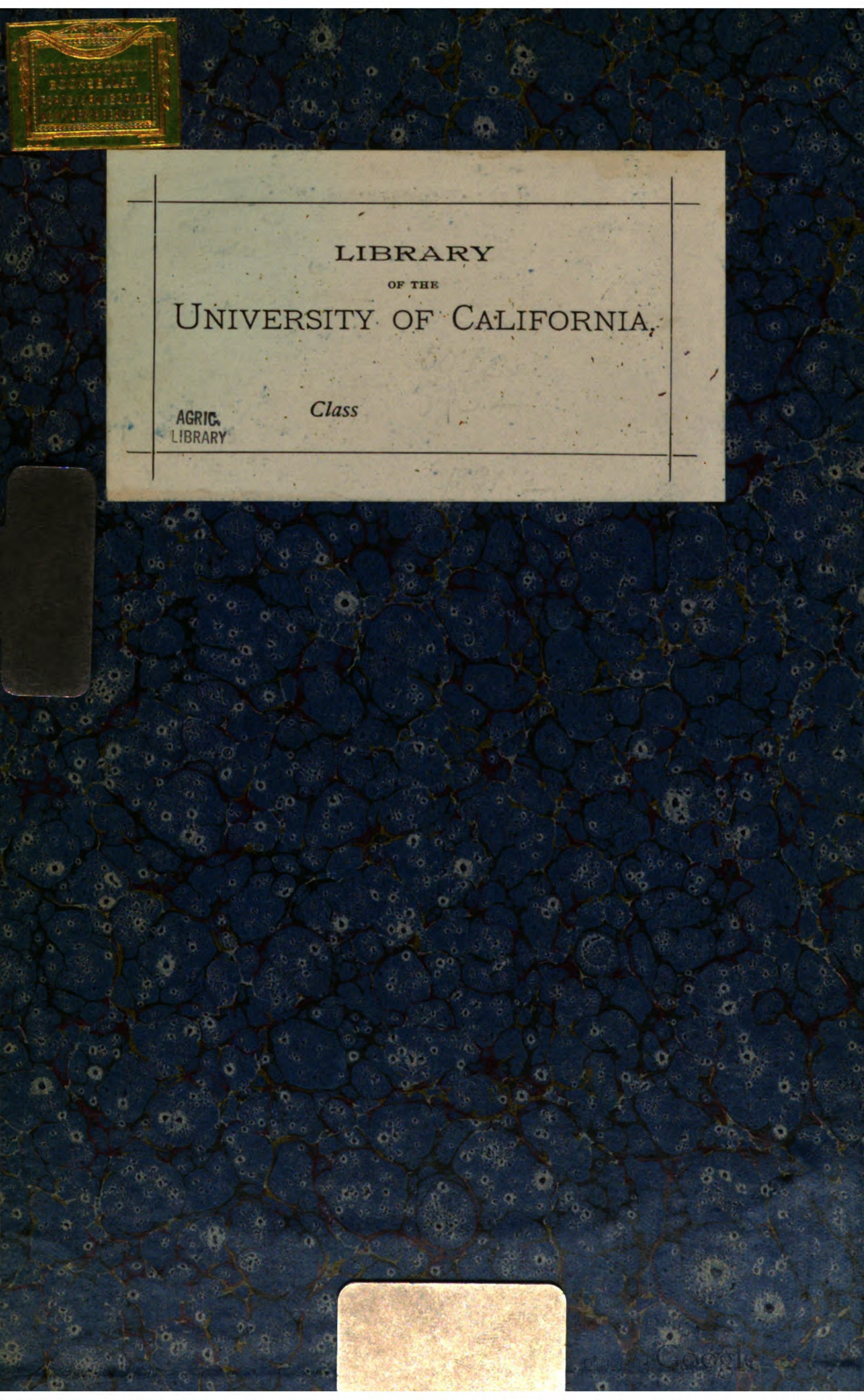


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
AGRIC.
LIBRARY
Class



ANNALES

DE LA

SCIENCE AGRONOMIQUE

FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRE

Comité de rédaction des Annales.

Correspondants des Annales pour l'étranger.

NOTA. — *Tous les ouvrages adressés* franco *à la Rédaction seront annoncés dans le premier fascicule qui paraîtra après leur arrivée. Il sera, en outre, publié s'il y a lieu, une analyse des ouvrages dont la spécialité rentre dans le cadre des* Annales (*chimie, physique, géologie, minéralogie, physiologie végétale et animale, agriculture, sylviculture, technologie, etc.*).

Tout ce qui concerne la rédaction des Annales de la Science agronomique française et étrangère (*manuscrits, épreuves, correspondance, etc.*) *devra être adressé* franco *à M.* **Henry Grandeau**, *docteur ès sciences, secrétaire de la Rédaction*, 3, *quai Voltaire, à Paris.*

ANNALES

DE LA

SCIENCE AGRONOMIQUE

FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRE

ORGANE

DES STATIONS AGRONOMIQUES ET DES LABORATOIRES AGRICOLES

PUBLIÉES

Sous les auspices du Ministère de l'Agriculture

PAR

LOUIS GRANDEAU

DIRECTEUR DE LA STATION AGRONOMIQUE DE L'EST
PROFESSEUR SUPPLÉANT AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS
INSPECTEUR GÉNÉRAL DES STATIONS AGRONOMIQUES
VICE-PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE D'ENCOURAGEMENT A L'AGRICULTURE
MEMBRE DU CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'AGRICULTURE

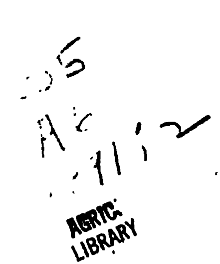
HUITIÈME ANNÉE — 1891
Tome II

Avec figures dans le texte et planches lithographiées

PARIS
BERGER-LEVRAULT ET Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS
5, rue des Beaux-Arts

MÊME MAISON A NANCY

1892


AGRIC.
LIBRARY

SUR QUELQUES EXPÉRIENCES

EFFECTUÉES A

LA PÉPINIÈRE FORESTIÈRE DE BELLEFONTAINE

Par E. BARTET

INSPECTEUR ADJOINT DES FORÊTS
ATTACHÉ A LA STATION D'EXPÉRIENCES DE L'ÉCOLE NATIONALE FORESTIÈRE

Les *faits* consignés dans la présente notice sont le résultat de quelques expériences exécutées dans la pépinière de Bellefontaine, relativement à l'éducation des plants forestiers.

Cette pépinière, qui a été créée en 1863, dans la forêt domaniale de Haye, à 6 kilomètres de Nancy, et qui occupe d'ailleurs un emplacement défectueux à beaucoup d'égards, constitue l'un des champs d'étude attribués à la Station de recherches de l'École nationale forestière.

Les observations qu'il m'a été donné d'y recueillir renferment-elles quelques constatations vraiment nouvelles et inédites ? Le lecteur y trouvera-t-il autre chose que la confirmation de faits déjà connus ? Je n'oserais l'affirmer, tant est considérable le nombre des travaux effectués, en France et à l'étranger, sur les sujets dont il va être question.

1. — Emploi de la sciure de bois et de la tourbe pour recouvrir les graines fines.

A Bellefontaine, pour recouvrir les graines fines, on se sert depuis longtemps d'un compost formé par un mélange de terreau, de feuilles, de fumier consommé et de terre tamisée. Or, la préparation

de ce compost est assez coûteuse ; de plus, son emploi n'est pas exempt d'inconvénients, car lorsque la sécheresse succède à des pluies prolongées, il se durcit et forme une croûte capable de gêner la levée des plantules.

Ces considérations m'ont conduit à rechercher si l'on ne pourrait pas utiliser, pour le recouvrement des graines dont il s'agit, la sciure de bois et la tourbe, deux substances qui sont souvent en abondance et à bas prix aux environs des forêts.

Une première expérience fut exécutée, dans ce but, en 1887. Portant sur six rigoles de 30 mètres chacune, ensemencées en épicéa le 27 avril, elle permit de comparer :

1° La sciure de peuplier pure ;

2° La tourbe pure ;

3° Le mélange, par moitié, de sciure de peuplier et de terreau de feuilles ;

4° Le mélange de tourbe et de terreau de feuilles, par portions égales ;

5° Le mélange, également par moitié, de tourbe et de sciure de peuplier ;

6° Le compost habituel formé de terreau de feuilles (1/4), de fumier consommé (1/4) et de terre finement tamisée (1/2).

Avant d'employer la sciure de bois, on eut soin de l'arroser jusqu'à saturation [1].

Or, les résultats obtenus ont été au moins aussi satisfaisants dans les rigoles nos 1 et 2 que dans les autres lignes, et cela aussi bien à l'époque de la germination que pendant le reste de la saison de végétation. On a même remarqué que, sous la sciure de bois pure, la levée des plantules d'épicéa avait été plus rapide et plus complète que partout ailleurs.

Au printemps de 1888, on a de nouveau étudié, sur de la graine d'épicéa, l'effet comparé de la sciure de peuplier pure et du compost décrit plus haut sous le n° 6. L'avantage, au point de vue de la levée, est encore resté à la sciure de bois, bien que cette substance n'eût pas reçu d'arrosage spécial avant l'emploi et qu'on se fût con-

1. La sciure de bois bien sèche peut absorber un volume d'eau presque égal au sien.

tenté de l'exposer à la pluie pendant les six mois qui précédèrent le semis.

Enfin, cette même année 1888, les résultats les meilleurs et les plus concluants furent fournis par un essai opéré sur de la graine d'épicéa, non plus avec de la sciure de bois blanc, mais avec de la sciure de chêne très fine. Malgré les arrosages donnés au semis tous les deux jours, la dissolution du tannin[1] n'a nui en aucune façon à la germination des graines, ni à la végétation ultérieure des jeunes plants.

Il est donc presque certain qu'on pourrait utiliser la sciure provenant d'essences quelconques, pourvu qu'elle fût bien saturée d'eau au moment de l'emploi.

Quand le semis est fait en ligne, il faut environ un litre et demi de sciure sèche par mètre de rigole.

2. — Semis de chêne rouvre et pédonculé à l'automne.

Le procédé suivant, à la fois simple et économique, m'a parfaitement réussi, chaque fois que j'y ai eu recours.

Le semis s'effectue aussitôt après la chute naturelle des glands.

Pour préserver ceux-ci des attaques des rongeurs, on commence par les enduire de minium[2], en les brassant dans un sac ou dans une corbeille, après les avoir mouillés ; un hectolitre de glands n'exige pas plus d'un kilogramme de poudre de minium.

Quand les glands, bien revêtus de l'enduit protecteur, sont ressuyés, on les répand dans des rigoles de 4 à 5 centimètres de profondeur, et on les recouvre en disposant d'abord 3 centimètres de sciure de bois bien tassée[3], puis 2 à 3 centimètres de terre formant un léger ados.

Ainsi abrités, les glands n'ont pas à souffrir du froid. Ils lèvent au commencement de juin, avec la plus grande régularité.

---

1. Cette dissolution communiqua au sol, pendant plusieurs semaines, une teinte noirâtre très caractéristique.

2. L'emploi du minium, pour éloigner les rongeurs, est depuis longtemps recommandé par les forestiers allemands.

3. Il est indifférent que cette sciure soit sèche ou humide.

Lorsque les petits rongeurs (mulots et campagnols) sont abondants, — ce qui fut le cas pendant l'hiver 1888-1889 —, ils viennent visiter les lignes de semis et déterrent même quelques glands ; mais ils s'abstiennent de les manger, rebutés sans doute par le minium qui reste suffisamment adhérent jusqu'à l'époque de la levée.

3. — Avantages du semis de bouleau à l'automne.

On sait que tous les auteurs recommandent de semer le bouleau à l'automne, aussitôt après la maturité de la graine, afin d'éviter que celle-ci perde sa faculté germinative. Voici une expérience qui prouve combien ce conseil est justifié.

Au mois d'octobre 1888, avec 1 kilogr. de graine de bouleau, on fit deux lots égaux. La graine du premier lot fut semée immédiatement, tandis que celle du second fut semée seulement au printemps suivant (le 8 avril 1889), après avoir été conservée jusqu'à cette date dans un vase hermétiquement clos et immergé dans une eau courante.

Les mêmes précautions furent prises pour effectuer chacun des deux semis. On répandit la graine à la volée, sur la terre préalablement ameublie et bien ratissée ; puis on la recouvrit d'une simple couche de sciure de bois blanc, épaisse de 1,5 à 2 centimètres. Cette couverture fut ensuite arrosée légèrement, de manière à lui donner une certaine cohésion et à lui permettre ainsi de résister à l'action du vent.

Quelques jours après l'exécution du semis d'avril, les deux plates-bandes furent soumises à l'irrigation.

Mes relevés constatent que la graine du second lot donna une levée un peu plus tardive et beaucoup moins abondante que la graine du lot semé à l'automne.

On eut, en outre, à noter une différence très sensible dans la vigueur des jeunes plants. Un dénombrement opéré à la fin de l'année 1889 a fourni, en effet, les résultats suivants :

Semis de l'automne.	1 000 plants, dont	600 ayant de 5 à 16 centimètres de hauteur. 400 — moins de 5 —
Semis du printemps.	400 plants, dont	40 ayant de 5 à 16 — 360 — moins de 5 —

Les plants de petite taille périrent presque tous pendant l'hiver 1889-1890, soit par suite du déchaussement[1], soit parce qu'ils n'étaient pas suffisamment aoûtés, de sorte que le semis de l'automne permit, finalement, d'obtenir dix fois plus de plantes que celui du printemps.

4. — Destruction des courtilières.

Dès le début de ma gestion à la pépinière de Bellefontaine, je me suis trouvé aux prises avec une invasion formidable de courtilières[2], ce qui m'a fourni l'occasion d'expérimenter, contre ce redoutable ennemi, tous les modes de destruction préconisés par les spécialistes.

En dehors de la recherche des nids et des trous de refuge, le seul procédé qui m'ait réussi consiste dans l'emploi de petits vases, à parois lisses et presque verticales, enfoncés dans le sol de manière à y faire tomber l'insecte, quand celui-ci se livre à ses pérégrinations nocturnes.

Installer ces pièges sur le parcours de toutes les galeries serait pratiquement irréalisable, quand on a à lutter contre des milliers d'ennemis. En pareil cas, voici comment il convient d'opérer:

On enclôt les parties les plus menacées, au moyen de planches disposées longitudinalement, enfoncées de 6 à 7 centimètres dans le sol et faisant saillie d'environ 10 centimètres[3]. Quand les compartiments ainsi entourés ont plus d'un are d'étendue, on les recoupe en établissant, à l'intérieur, un certain nombre de cloisons également formées de planches.

C'est le long de toutes ces planches — à l'extérieur et à l'intérieur — que l'on place les *vases-pièges*, à 8 ou 10 mètres l'un de

1. Pour s'affranchir de cette cause de déchet, il faudrait rechausser les jeunes plants avant l'arrivée des froids, ce qui exigerait l'adoption du semis en ligne.

2. Pour donner une idée de l'importance de cette invasion, il me suffira de dire que, pendant la seule année 1883, on a détruit plus de 2000 courtilières adultes et environ 600 nids renfermant chacun des centaines d'œufs.

3. Des planches de rebut suffisent pour cet office, à la condition qu'elles ne soient pas trouées. Il convient de les goudronner avant l'emploi, afin de les rendre plus résistantes à la pourriture.

l'autre, en ayant soin que *le bord de chacun d'eux se trouve un peu plus bas que le niveau du sol et qu'il touche très exactement la planche d'appui.*

En traçant leurs galeries de chasse, les courtilières viennent se heurter aux planches et longent cet obstacle, jusqu'à ce qu'elles tombent dans un vase où on les capture chaque matin.

Les vases de forme tronconique sont les plus avantageux; il suffit qu'ils aient $0^{m},15$ de profondeur et autant d'ouverture, le fond ayant à peu près la moitié du diamètre supérieur. Pour faire les trous destinés à les recevoir, on n'a qu'à enfoncer dans le sol un piquet convenablement préparé.

Il est presque superflu d'ajouter que, si l'on se sert de pots à fleurs du commerce, il faut en fermer l'orifice inférieur au moyen d'une substance (liège ou bois) assez dure pour résister aux efforts de la courtilière.

Quant aux pots à parois rebondies, je n'hésite pas à en déconseiller l'usage, parce que leur bord ne peut pas s'appliquer exactement contre les planches.

On doit enfin veiller à ce que les vases-pièges, quels qu'ils soient, ne se remplissent pas de terre, d'eau de pluie, ni de détritus quelconques, sans quoi les animaux capturés pourraient s'échapper facilement.

5. — Essais d'engrais chimiques.

Dans les pépinières forestières, les engrais chimiques constitueraient, en maintes circonstances, des auxiliaires précieux, s'ils étaient capables d'activer à un degré notable la végétation des jeunes plants. Malheureusement, on ne possède encore que des notions bien incomplètes sur le mode d'action de ces engrais. S'ils ont paru efficaces dans certaines tentatives, par contre, ils se sont montrés absolument inertes dans plus d'une expérience précise.

Les divers essais dont je vais rendre compte, et qui ont été exécutés sur des plans croissant en pleine terre, sont eux-mêmes peu encourageants.

Dans le plus important de ces essais, je me suis proposé d'étu-

dier l'influence exercée, sur l'épicéa et le mélèze, par les engrais suivants :

	p. 100.
Superphosphate de chaux (d'os) renfermant . .	16 d'acide phosphorique soluble.
Nitrate de soude renfermant	15 d'azote.
Chlorure de potassium correspondant à	52 de potasse.

Ces substances ont été utilisées à la dose de 30 gr. par mètre carré pour le phosphate de chaux, et de 20 gr. pour chacun des deux autres engrais.

Une bande de terrain, située en sol profond et plat, a été divisée en seize petits carrés de 1 mètre de côté, dont huit ont été ensemencés en épicéa et huit en mélèze. Pour chaque essence, on a employé la même quantité de graine dans tous les compartiments. Le semis a été effectué en ligne, le 20 avril 1888.

Les engrais phosphatés et potassiques ont été mélangés à la terre le jour même de l'exécution du semis, tandis que le nitrate de soude a été répandu, en couverture, le 5 juin, soit une quinzaine de jours après l'entière levée des plantules.

J'ajouterai que le terrain d'expérience était relativement riche en potasse et acide phosphorique, ainsi que le prouvent les résultats d'analyse ci-après, qui se rapportent à 100 gr. de terre fine[1] :

Acide phosphorique	0gr,16
Chaux	10 ,00
Magnésie	1 ,95
Potasse	0 ,25
Azote	0 ,18

La levée a été satisfaisante dans tous les compartiments, et les inégalités constatées sous ce rapport, d'une ligne à l'autre, n'ont pas dépassé la mesure compatible avec la nature des choses.

Au bout de deux ans, on a compté et mesuré tous les plants contenus dans une ligne de chaque carré, et l'on a déduit de cet inventaire les résultats suivants :

---

1. L'analyse de cette terre a été faite au laboratoire de l'École forestière par les soins de M. Grenier.

NUMÉROS des CARRÉS.	ENGRAIS EMPLOYÉS.	PLANTS D'ÉPICÉA.		PLANTS DE MÉLÈZE.	
		NOMBRE par mètre linéaire.	HAUTEUR moyenne.	Nombre par mètre linéaire.	Hauteur moyenne.
			Centim.		Centim.
1	Néant	205	6,0	50	16,2
2	Phosphate de chaux	180	6,0	32	18,5
3	Nitrate de soude	163	5,9	44	18,6
4	— et phosphate de chaux	175	6,1	63	16,3
5	Chlorure de potassium	170	5,3	71	17,0
6	— et phosphate de chaux	215	5,1	51	21,0
7	Chlorure de potassium et nitrate de soude	215	6,3	53	20,3
8	Chlorure de potassium, nitrate de soude et phosphate de chaux	170	5,9	73	19,8

On voit que si, pour le mélèze, il y a des différences assez sensibles dans la taille des plants, les résultats sont parfois contradictoires et bien difficiles à expliquer.

En ce qui concerne l'épicéa, l'addition d'engrais chimiques semble avoir produit un effet tantôt nul, tantôt négatif.

Il est donc prudent de s'abstenir de toute conclusion.

Au printemps de 1887, d'autres essais, portant sur l'épicéa, le mélèze et le pin noir d'Autriche, avaient été effectués avec le nitrate de soude, dans des parties de la pépinière de Bellefontaine moins fertiles que le sol ayant servi à l'expérience qui vient d'être rapportée. La quantité de nitrate répandue par mètre carré était : 20 gr. pour les semis de l'année et 30 gr. pour ceux prenant leur seconde feuille. Le résultat fut absolument nul.

Sur quelques points, où l'on avait tenté de forcer la dose de nitrate, il a été constaté que sur des semis d'épicéa et de pin noir d'Autriche prenant leur seconde feuille, on ne pouvait pas dépasser 50 gr. par mètre carré, sans s'exposer à voir les plantes prendre une teinte maladive ou même périr sous l'influence trop active du sel employé.

D'autre part, en cette même année 1887, j'ai pu, *sans nuire à la*

germination, ni à la levée, déposer du nitrate de soude finement pulvérisé sur de la graine d'épicéa, le jour même de la mise en terre, et cela, à la dose énorme de 10 gr. par mètre linéaire de rigole de semis. Il est très probable que, grâce aux pluies abondantes qui sont tombées pendant plusieurs jours après l'exécution du semis, le nitrate a été immédiatement dissous et entraîné dans les couches profondes du sol, ce qui a préservé les radicelles des jeunes plantules de toute action nocive.

6. — Traitement préventif contre le Rouge des feuilles de pin.

Au commencement de l'année 1888, j'ai publié, en collaboration avec M. le Dr Paul Vuillemin, le résultat d'expériences[1] démontrant l'efficacité des composés cuivreux pour préserver le pin sylvestre de la maladie du *Rouge,* maladie due, comme on sait, à l'envahissement d'un champignon parasite, l'*Histerium Pinastri,* Schrad., qui s'attaque exclusivement aux feuilles de l'année[2].

Dans ces premières expériences, datant de 1886 et 1887, je ne m'étais occupé que du pin sylvestre, et la *bouillie bordelaise* employée comprenait, d'après la formule primitive de M. Millardet: 6 kilogr. de sulfate de cuivre, 12 kilogr. de chaux en pierre et 1 kilogr. de colle de poisson pour 100 litres d'eau. En outre, j'avais appliqué cette bouillie sur les plants en les badigeonnant deux fois par an, à l'aide d'un balai ou d'un pinceau.

En poursuivant l'étude de cette question, j'ai reconnu que, dans la pépinière de Bellefontaine, le *pin noir d'Autriche était atteint presque au même degré que son congénère, le pin sylvestre,* et que les semis de ces deux espèces pouvaient être envahis et tués par le champignon l'année même de leur naissance[3]. De plus, je me suis

1. Comptes rendus de l'Académie des sciences, février 1888.

2. Pour plus amples détails sur cette maladie, voir le *Traité des maladies des arbres,* de Robert Hartig, traduit par MM. Gerschel et Henry. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1891.

3. Dans les basses Vosges, sans être à beaucoup près aussi redoutable qu'à Bellefontaine, l'*Hysterium Pinastri* cause cependant un préjudice sensible aux jeunes repeuplements exécutés en pin sylvestre, par voie de semis direct. Ainsi, dans la forêt

livré à de nouveaux essais comparatifs, en faisant varier d'abord la nature des composés cuivreux, puis le mode d'emploi de ces composés et enfin le nombre des traitements annuels.

Ces recherches, dont il serait trop long d'énumérer tous les détails, m'ont conduit aux conclusions ci-après :

1° Parmi les diverses formules de bouillie bordelaise susceptibles d'être utilisées, je citerai les deux suivantes comme m'ayant donné des résultats particulièrement satisfaisants :

		kilogr.
N° 1.	Sulfate de cuivre	3
	Chaux en pierre	3
	Colle de poisson	1
N° 2.	Sulfate de cuivre	4,5
	Chaux en pierre	3
	Colle de poisson	1

Le tout, pour 100 litres d'eau[1].

La formule n° 1 doit être employée pour le premier ou les deux premiers traitements effectués au début de la saison de végétation, alors que les aiguilles, encore très tendres, pourraient souffrir de la présence du sulfate de cuivre en excès. La formule n° 2 sert pour les traitements subséquents.

En poussant la dose de sulfate de cuivre jusqu'à 6 kilogr., sans augmenter celle de chaux, j'ai constaté des brûlures sur les feuilles.

---

domaniale des Reclos (près Baccarat), les semis de l'espèce ont presque toujours à souffrir du Rouge pendant les 5 ou 6 premières années de leur existence ; la mortalité des plants atteint souvent 20 et 30 p. 100 ; parfois même, il faut recourir à des regarnis, ainsi que l'a constaté M. Muller, à l'obligeance duquel je dois ces renseignements.

1. Si, par suite d'une longue exposition à l'air humide, la chaux se trouve délitée, il convient de doubler la dose indiquée ci-dessus. On sait, d'ailleurs, que pour préparer la bouillie bordelaise, il faut faire dissoudre séparément les trois substances composantes, puis mélanger peu à peu le lait de chaux à la dissolution cuprique, en ayant soin d'agiter, et enfin verser dans ce mélange la colle liquide.

Peut-être serait-il avantageux de remplacer la colle de poisson par une dose double de *mélasse?* M. Aimé Girard vient, en effet, de communiquer à l'Académie des sciences (Comptes rendus de février 1892) des expériences comparatives, faites sur des tiges de pommes de terre, et desquelles il résulte que, de toutes les compositions cupriques usitées, celle qui présente la plus forte adhérence aux feuilles est la *bouillie cupro-calcaire sucrée* (2 kilogr. de sulfate de cuivre, 2 kilogr. de chaux vive et 2 kilogr. de mélasse pour 100 litres d'eau).

2° La *bouillie bourguignonne* (sulfate de cuivre et carbonate de soude, à raison de 1 kilogr. de chacun de ces corps pour 100 litres d'eau) s'est montrée moins efficace que la bouillie bordelaise, peut-être à cause de la faible dose de sulfate de cuivre employée.

3° La sulfostéatite cuprique [1], qui rend, paraît-il, de grands services aux viticulteurs du midi de la France, pour combattre le *mildew,* ne m'a donné, à l'égard de la maladie du Rouge, que des résultats insuffisants, malgré des saupoudrages effectués de 15 en 15 jours. On comprend, d'ailleurs, que les feuilles de pin, à surface lisse, ne puissent pas longtemps retenir cette poudre, sous le climat pluvieux de Bellefontaine.

4° On peut appliquer la bouillie bordelaise en procédant, soit par voie de badigeonnage à l'aide d'un pinceau ou d'un balai, soit par voie d'aspersion en se servant d'un des *pulvérisateurs* usités pour le traitement du mildew. L'important, c'est que chacune des feuilles nouvelles soit fortement touchée par la substance préservatrice.

L'emploi du pulvérisateur permet de réaliser une économie notable sur la main-d'œuvre, ainsi que sur la quantité de bouillie dépensée [2].

5° Qu'il s'agisse du pin sylvestre, ou du pin noir d'Autriche, le traitement préventif cuprique contre le Rouge doit être commencé l'année même de la naissance des plants, et il faut le continuer tant que ceux-ci restent dans la pépinière.

Pour les semis de l'année, la première *application* de bouillie se fait quelques jours après la levée des plantules; pour des sujets de 1 an ou plus, on attend que les aiguilles nouvelles aient acquis le tiers environ de leur longueur. Les autres applications s'opèrent à trois semaines ou un mois d'intervalle; elles doivent être plus rapprochées au commencement de la saison de végétation qu'en plein

---

1. La sulfostéatite cuprique est constituée par un mélange de poudre talqueuse et de sulfate de cuivre dissous dans l'eau. Elle renferme environ 5 p. 100 de ce sel. M. de Chefdebien, qui en est l'inventeur, a mis très obligeamment quelques kilogr. de cette poudre à la disposition de la station de recherches de l'École forestière.

2. Pour des pins semés en lignes espacées de 25 centimètres, chaque application de bouillie exige environ 5 litres de mélange par are pour des plants de 1 an; 10 litres pour des plants de 2 ans, et 15 litres pour des plants de 3 ans.

été ; des pluies exceptionnellement abondantes peuvent aussi conduire à les répéter plus souvent.

A Bellefontaine, où la maladie sévit de longue date et rencontre des facilités exceptionnelles de propagation, il ne faut pas hésiter à faire, chaque année, trois applications ou même quatre, lorsque l'arrière-printemps et le début de l'été sont pluvieux.

7. — Semis de pin Weymouth.

En rendant compte des très intéressantes expériences de germination exécutées au laboratoire de l'école des Barres, M. Pierret a signalé des différences très sensibles dans les résultats fournis par les graines de nos principales espèces résineuses et de quelques conifères exotiques[1]. S'agit-il du pin sylvestre, par exemple, on voit les graines germer, pour ainsi dire, en masse, au bout de quelques jours. Au contraire, pour un lot de graines de pin Weymouth, la germination suit une marche fort lente ; elle ne commence guère qu'un mois après la mise en épreuve et peut exiger jusqu'à trois mois pour s'accomplir entièrement.

De ce fait, l'auteur conclut que, sous peine de s'exposer à un échec presque certain, on ne doit pas semer le pin Weymouth en pépinière, sans avoir fait subir à la graine une préparation préalable, une sorte de mise au point, par un procédé quelconque de *stratification*.

C'est là un conseil excellent ; j'ai pu en vérifier le bien-fondé et je crois, avec M. Pierret, que la pratique de la stratification présenterait de grands avantages, non seulement pour le pin du Lord, mais encore pour plusieurs autres espèces feuillues ou résineuses, et notamment pour le mélèze et le hêtre.

En ce qui concerne le pin Weymouth, chaque fois que je l'ai semé après avoir simplement fait subir à la graine une immersion dans l'eau, la tentative n'a donné que des résultats défectueux, même quand l'immersion préalable avait duré 15 jours, et que l'on

1. Le compte rendu de M. Pierret a été publié dans le *Bulletin du ministère de l'agriculture,* année 1890.

irriguait le terrain. Le semis étant effectué, dans ces conditions, vers la fin d'avril ou le commencement de mai, voici les particularités que j'ai toujours observées :

La germination, très lente à se produire, ne commence guère qu'au milieu du mois de juin ; la levée est peu abondante et se prolonge jusqu'en août, de sorte que la graine reste longtemps exposée aux attaques des rongeurs et des oiseaux. En outre, quelles que soient les précautions prises, beaucoup de plantules sont détruites, au fur et à mesure de leur apparition, soit par les oiseaux, soit par la chaleur, tandis que les plus tardives succombent fatalement, en hiver, sous l'action du froid. Finalement, il reste à peine une vingtaine de sujets par mètre carré de terrain ensemencé.

Au contraire, l'an dernier, j'ai obtenu un succès complet en pratiquant la stratification de la manière suivante :

Afin d'empêcher toute moisissure ultérieure, on fit d'abord séjourner la semence, durant 24 heures, dans une solution contenant 3 p. 100 de sulfate de cuivre. Puis, le 12 mars, la graine, formant un lit de 1/2 centimètre d'épaisseur, fut disposée entre deux couches de sciure de bois bien humectées et épaisses chacune de 3 à 4 centimètres.

La caisse contenant le tout ayant été placée dans une salle peu éclairée et non chauffée, on eut soin, de temps en temps, d'entretenir la fraîcheur de la sciure par de légères additions d'eau.

Le 14 mai, au bout de deux mois par conséquent, les premiers germes apparurent. La graine fut alors séparée de la sciure[1] et semée en rigole. *Moins de 15 jours après, la levée avait lieu abondante et en masse,* absolument comme pour le pin sylvestre ou le pin noir d'Autriche.

8. — Particularité relative au semis d'orme champêtre.

On sait que, lorsqu'on sème la graine d'orme champêtre immédiatement après la dissémination (mai ou juin), le jeune plant lève

1. En plaçant de la gaze entre la graine et la matière stratifiante, on faciliterait beaucoup, je crois, les diverses manipulations à opérer, notamment la vérification de l'état de la semence et l'enlèvement de celle-ci à la fin de l'opération.

au bout de quelques jours. Mais, pour obtenir ce résultat, il est nécessaire de ne donner à la graine qu'un recouvrement très léger.

Si, au contraire, on met par-dessus la semence une couche de terre de 7 à 8 centimètres, ainsi que j'en ai fait l'expérience au printemps de 1890, la levée s'effectue seulement pour une faible part l'année même du semis, et c'est au printemps de l'année suivante qu'apparaissent la grande majorité des plants. De plus, la levée totale est moins abondante que celle fournie par le procédé du recouvrement léger.

Peut-être y a-t-il, dans cette expérience, le germe d'un procédé pratique pour la conservation de la graine d'orme.

9. — Recepage des plants de chêne mal venants.

Les plants de chêne dont il va être question ont été extraits de la pépinière de Bellefontaine, à l'âge de 1 an, et repiqués dans une pépinière volante de la forêt de Haye où, pendant les deux années suivantes (1885 et 1886), ils furent si gravement atteints par les gelées de printemps, que chez un grand nombre d'entre eux la tige ne prit pour ainsi dire aucun développement.

Vers la fin d'avril 1887, on jugea nécessaire de les transférer dans une autre pépinière volante, moins exposée aux gelées que la première.

Les plants les plus chétifs et les plus petits (dont beaucoup avaient à peine 7 à 8 centimètres de hauteur) furent recepés rez terre immédiatement après la transplantation, tandis que les plus grands, mesurant de $0^m,20$ à $0^m,25$, furent repiqués tels quels.

Deux ans plus tard, les rejets fournis par les chênes recepés[1] *formaient un groupe aussi vigoureux et d'aussi belle apparence que l'autre lot. C'est même parmi eux que se trouvaient les plants les plus élevés.*

Le résultat du recepage a donc été excellent. Toutefois, il faut reconnaître que, si cette opération a eu pour effet de rétablir l'éga-

1. On a eu soin de ne laisser qu'un seul rejet aux souches, d'ailleurs peu nombreuses, qui en ont émis plusieurs à la suite du recepage.

lité dans la taille, ou plus exactement, dans la longueur des tiges, elle a été impuissante à produire le même effet à l'égard du poids des plants. C'est ce qui ressort des chiffres moyens ci-après, fournis par deux groupes de huit chênes représentant bien l'ensemble des deux lots comparés :

	PLANTS recepés.	PLANTS non recepés.
	—	—
Hauteur moyenne de la tige au-dessus du collet de la racine	53 centim.	53 centim.
Poids moyen d'un plant desséché à l'air libre (tige et racines)	21 gr.	27 gr.

La différence constatée dans le poids des plants provient à la fois du système radiculaire et des organes aériens, car les sujets non recepés sont manifestement plus trapus, plus branchus et mieux pourvus de racines que les chênes recepés[1].

1. Il est à peine besoin de faire remarquer que l'infériorité du système radiculaire chez les plants du 1er lot ne doit pas être attribuée à l'opération du recepage, car non seulement cette infériorité existait au moment de ladite opération, mais elle était alors beaucoup plus accusée qu'à l'époque du pesage relaté ci-dessus.

OBSERVATIONS PHÉNOLOGIQUES

SUR LES

CHÊNES ROUVRE ET PÉDONCULÉ

Par E. BARTET

INSPECTEUR ADJOINT DES FORÊTS
ATTACHÉ A LA STATION D'EXPÉRIENCES DE L'ÉCOLE NATIONALE FORESTIÈRE

Dans les régions du Nord et du Nord-Est de la France, le chêne rouvre (*Q. sessiliflora,* Smith) et le chêne pédonculé (*Q. pedunculata,* Ehrh.) ont fréquemment à souffrir des gelées du printemps, dont on connaît les effets pernicieux, particulièrement sur les jeunes sujets et les arbres semenciers.

Or, en Lorraine, on a maintes fois constaté qu'il aurait suffi d'un retard de quelques jours dans l'essor de la végétation, pour rendre une gelée printanière peu nuisible, ou même complètement inoffensive. Par suite, il importe que l'on sache exactement quelles différences présentent les deux chênes dont il s'agit, au point de vue de l'époque de la foliaison et de la floraison; car, l'espèce la moins précoce étant la moins exposée aux gelées tardives, c'est elle dont on devra favoriser l'expansion, dans toutes les circonstances où le choix contraire ne sera pas imposé par d'autres considérations, notamment par la nature du sol.

Lequel est donc le plus hâtif, au printemps, du chêne rouvre ou du pédonculé, *lorsque ces deux essences sont placées dans les mêmes conditions de milieu?*

Les écrivains forestiers ne sont malheureusement pas d'accord sur cette question.

Ainsi, M. Dubois, qui a publié des observations très sagaces et très instructives sur les forêts du Blésois, s'exprime en ces termes : « La feuille du pédonculé, plus lente à se développer, est encore à l'état rudimentaire lorsque celle du rouvre est déjà entièrement formée. Par contre, le rouvre revêt la livrée d'automne à une époque où le pédonculé est encore vert[1]. »

Au contraire, dans le *Cours de culture* de MM. Lorentz et Parade, on lit que « les fleurs du pédonculé apparaissent 10 à 15 jours avant celles du rouvre, les feuilles du premier paraissant aussi plus tôt que celles de son congénère[2] ».

De même, d'après Willkomm, « les fleurs et les feuilles, chez le rouvre, se montreraient 10 à 14 jours plus tard que chez le pédonculé ; en outre, les feuilles du premier tomberaient tantôt en même temps, tantôt plus tard que celles du second[3] ».

D'où proviennent ces divergences d'opinion, et de quel côté est la vérité ? C'est ce qu'il serait facile d'élucider, si la question de *phénologie* posée plus haut était mise à l'étude dans les diverses localités où les deux espèces de chêne croissent spontanément et en mélange.

Pour ma part, je dois reconnaître que les faits énoncés par M. Dubois ont été corroborés, de point en point, par les observations que j'ai opérées sur le plateau de Haye, dans les conditions suivantes :

A l'automne de 1886, dans la coupe de taillis du canton de Convers[4] exploitée l'hiver précédent, on a choisi cinq chênes rouvres et cinq chênes pédonculés, botaniquement déterminés d'une façon certaine. Ces arbres, paraissant appartenir, tous les dix, à la classe d'âge des *anciens* (85 ans), sont groupés dans un espace de moins de 30 mètres de rayon, où ils croissent sur un sol absolument plat et homogène (calcaire oolithique portant $0^m,25$ à $0^m,35$ de terre végétale).

Pour éviter toute confusion dans les relevés ultérieurs, on a eu soin de donner à tous les sujets choisis un numéro d'ordre, après

1. *Les Futaies de chêne du Blésois*. Blois, 1856, p. 27.
2. *Cours de Culture des Bois*. 5e édition. Nancy, 1867, p. 51 et 52.
3. *Forstliche Flora von Deutschland und Œsterreich*. Leipzig, 1875, p. 314.
4. Distance à Nancy : 7 kilomètres environ. — Altitude approximative : 380 mètres.



avoir distingué chaque groupe par les lettres R et P appliquées à la couleur, sur l'écorce du tronc.

Des nombreuses constatations effectuées, au printemps et à l'automne, durant les cinq années 1887 à 1891, il résulte :

1° Que, chaque année, l'*apparition des feuilles et des fleurs a eu lieu plus tard chez les pédonculés que chez les rouvres,* l'écart ayant varié de 5 à 15 jours selon les individus comparés et les vicissitudes des saisons[1] ;

2° Que, malgré les différences présentées par les sujets de chaque groupe, au point de vue du départ de la végétation, *jamais le plus hâtif des pédonculés n'a devancé le plus tardif des rouvres ;*

3° Enfin que, sauf de très rares cas de simultanéité, *le jaunissement des feuilles, à l'automne, s'est produit beaucoup plus tôt chez les rouvres que chez les pédonculés* (écart de 10, 15 et même 25 jours selon les individus comparés). A une certaine période d'octobre (tantôt première, tantôt seconde quinzaine), la frondaison encore verte des pédonculés tranchait si nettement sur le feuillage déjà jaune ou rouge des rouvres, que l'on pouvait, à ce seul caractère, distinguer facilement et de loin les sujets des deux espèces.

1. Au canton de Convers, c'est presque toujours durant la première quinzaine de mai que s'ouvrent les bourgeons chez les *arbres constitués* des deux espèces de chêne comparées.



EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

RAPPORT DU JURY INTERNATIONAL

DE LA CLASSE 73 bis

AGRONOMIE — STATISTIQUE AGRICOLE

Par M. Louis GRANDEAU

(*Suite*)[1]

RÉPUBLIQUE ARGENTINE (*suite*).

La population de ces colonies, dont la surface varie notablement suivant les localités (de 140 à 80 000 hectares), n'est pas à beaucoup près celles qu'elles pourraient contenir ; mais il paraît hors de doute que si l'immigration continue dans les proportions qu'elle a prises dans ces dernières années, l'époque n'est pas éloignée où elles formeront des centres ruraux assez importants. Les terrains étant à bon marché et les délais de paiement commodes, les premières familles d'agriculteurs qui arrivent dans une colonie, essayent naturellement de posséder beaucoup plus de terrain qu'elles n'en peuvent cultiver. Ainsi, par exemple, dans la plupart des colonies nationales, les lots ont une étendue de cent hectares. Une famille composée, par exemple, de cinq personnes ne peut, on le comprend, cultiver un terrain aussi étendu ; elle n'en cultive souvent que la dixième partie, parfois moins et consacre le reste à l'élevage, en changeant chaque année, si cela est possible, dans le même lot, la

1. Voir les *Annales,* 1891, t. I.

situation de la partie qui doit être cultivée. L'augmentation de la population et la nécessité toujours croissante de tirer du terrain le plus grand parti possible, amèneront, avec le temps, de nouvelles subdivisions du sol jusqu'au moment où l'équilibre s'établira entre les nécessités réelles de l'agriculture et l'étendue de la petite propriété. Ceux qui arrivent maintenant à l'Argentine et ceux qui arriveront encore pendant quelques années profiteront naturellement des conditions favorables qui permettent à l'agriculteur européen de devenir propriétaire du terrain dont il a besoin. Aujourd'hui, on vend à crédit à l'immigrant le terrain, les instruments de travail et les animaux ; on lui fait même avance des vivres pendant la première et il est exempt de la cote personnelle dans les mauvaises années.

Une loi très libérale, promulguée le 25 novembre 1887 sous le titre de : *Loi sur les centres agricoles,* a introduit cette institution dans la province de Buenos-Ayres.

Ceux que le texte de cette loi intéresseraient particulièrement peuvent la consulter dans l'ouvrage récent de M. Latzina : *L'Agriculture et l'élevage dans la République Argentine.*

Examinons maintenant de plus près le sol et sa valeur vénale et locative dans la République Argentine.

Dans toute la partie plane de la République, entre l'Océan Atlantique et le versant oriental des Cordillières, s'étend, presque sans interruption, une couche plus ou moins argileuse à laquelle on a donné le nom de formation *diluvienne.* Son épaisseur atteint 15 à 20 mètres.

Les provinces de Buenos-Ayres, Santa-Fé, Entre-Rios et Corrientes appartiennent à cette formation.

Il y a quelques années, M. A. Calvet, forestier distingué, ancien préfet, a été chargé, par le ministère du commerce, d'une mission dans l'Argentine dont il a, un des premiers en France, fait connaître dans un très remarquable rapport[1] la puissance de développement et les grandes lignes économiques, industrielles et agricoles.

1. *L'Immigration européenne, le commerce et l'agriculture à la Plata,* par M. Calvet, 1886-1888. Rapport à M. le ministre du commerce, avec atlas économique.

M. Calvet m'a remis, au retour de sa mission, un assez grand nombre d'échantillons de sols prélevés dans les provinces de Buenos-Ayres, Santa-Fé, Cordoba, Tucuman et Corrientes, ainsi que des terres provenant du Chaco austral, du Paraguay et de l'Uruguay. L'analyse de ces sols a été faite complètement pour chacun d'eux, dans mon laboratoire, par un de mes élèves, M. Bonâme, ancien directeur de la Station agronomique de la Guadeloupe. En attendant que ces analyses soient publiées dans leurs détails, accompagnées des renseignements culturaux que M. Calvet doit me fournir sur ces terres, je vais extraire des registres de mon laboratoire quelques chiffres qui me permettront de faire connaître suffisamment la diversité des sols des provinces en question et la richesse remarquable de quelques-uns d'entre eux.

Le premier fait qui se dégage de l'examen des sols de l'Argentine a trait à leur composition physico-chimique. Les proportions d'argile et de sable sont très variables d'un point à un autre. Le second point à noter est la richesse, généralement très grande, de ces terres en potasse, en acide phosphorique et en azote ; mais là encore de grandes variations ont été observées.

Il me paraît intéressant de donner quelques chiffres pour fixer les idées des agriculteurs au sujet de la richesse des terres de l'Argentine.

Une terre de pâturages de la province de Buenos-Ayres, c'est-à-dire à végétation spontanée et n'ayant reçu aucune culture ni fumure de main d'homme, a été prélevée dans la commune de Florès. La profondeur de la couche végétale était de $0^m,80$, sans aucun caillou. En voici l'analyse physico-chimique et la teneur en principes fertilisants[1] :

SOL.		P. 100 DE TERRE.	
Argile	11.95	Azote	0.161
Sable	78.49	Acide phosphorique	0.146
Matières humiques	4.60	Potasse	0.328
Calcaire	0.96	Chaux	0.540
Eau	4.00	Magnésie	0.385
	100.00		

1. On considère comme une terre de qualité moyenne, un sol qui renferme 0.10 p. 100 d'azote et autant d'acide phosphorique et 0.15 p. 100 de potasse.

Cette terre est de première qualité et suffisamment pourvue de principes fertilisants pour fournir, sans addition d'engrais, de très belles récoltes pendant de longues années.

Le sous-sol de cette terre est sensiblement différent de la couche superficielle ; il est beaucoup plus argileux, plus riche en potasse, comme cela est naturel d'après le taux d'argile, mais presque complètement dépourvu d'acide phosphorique et d'azote, ainsi que le montre l'analyse ci-dessous :

SOUS-SOL.		P. 100 DE TERRE.	
Argile	37.50	Azote	0.074
Sable	49.80	Acide phosphorique	0.048
Matières humiques	2.86	Potasse	0.540
Calcaire	0.87	Chaux	0.490
Eau	8.97	Magnésie	0.590
	100.00		

D'autres sols de Buenos-Ayres ont donné des chiffres plus élevés encore en principes fertilisants, témoin celui de l'Estancia la Tigra, qui renferme p. 100 :

Azote	0.275
Potasse	0.340
Acide phosphorique	0.217

Toutes les cultures dans cette terre sont possibles et donneront des rendements très élevés ; je connais peu de sols comparables à celui-ci pour leur richesse.

Un échantillon d'humus vierge de la province de Cordoba (station Vicenia Mackena) a donné des résultats tout à fait différents des précédents. C'est un terrain sableux pauvre, dans lequel la culture proprement dite ne serait possible qu'avec un apport d'engrais considérable, comme on va le voir :

Argile	1.87	Azote	0.058
Sable	94.44	Potasse	0.048
Matières humiques	1.49	Acide phosphorique	0.066
Calcaire	0.77	Chaux	0.430
Eau	1.43	Magnésie	0.150
	100.00		

Les sols de la province de Santa-Fé présentent aussi de grandes variations de richesse. Les échantillons de la colonie *Esperanza* que nous avons analysés sont assez argileux (12 à 15 p. 100), et riches en potasse, mais beaucoup plus pauvres en azote (12 à 15 p. 100) et en acide phosphorique (0.08 p. 100) que ceux de Buenos-Ayres. Ceux de la colonie *Candelaria* se rapprochent au contraire, par leur richesse, des meilleurs lots de la province de Buenos-Ayres : azote 0.20 p. 100, acide phosphorique 0.15 à 0.20, potasse 0.34 à 0.50.

Dans la province de Tucuman, où la culture de la canne à sucre a pris de grands développements, le sol paraît très riche ; en effet, une terre qui avait porté de la canne à sucre pendant quinze années consécutives contient encore les quantités suivantes :

	P. 100.
Azote	0.13
Potasse	0.23
Acide phosphorique	0.195

La terre argentine la plus pauvre qu'il m'ait été donné d'examiner appartient à la province de Corrientes (commune de Bella-Vista) : en voici la composition :

Argile	1.95	Azote	0.046
Sable	96.46	Acide phosphorique	0.025
Matières humiques	0.86	Potasse	0.028
Calcaire	0.13	Chaux	0.075
Eau	0.60	Magnésie	0.020
	100.00		

C'est, on le voit, un sable presque complètement dépourvu de matières organiques et de substances fertilisantes et dont il serait difficile de tirer un parti avantageux, sans de sérieuses avances de fumure.

Les terres du Chaco austral se rapprochent sensiblement, par leur teneur en principes fertilisants, des sols de moyenne qualité, en ce qui regarde l'azote (0.13 p. 100) et la potasse (0.12 à 0.15 p. 100), mais elles sont très pauvres en acide phosphorique (0.06 à 0.07 p. 100), et nécessiteraient l'addition de phosphate pour produire des récoltes élevées.

L'analyse d'une vingtaine d'échantillons de terre d'un pays aussi vaste que l'Argentine est tout à fait insuffisante, cela va de soi, pour permettre des conclusions rigoureuses à l'endroit de la composition du terrain. Toute généralisation serait prématurée ; mais il découle cependant des chiffres que je viens de rapporter, des conséquences d'une certaine valeur. Si l'on tient compte de l'origine géologique commune des sols de la plaine de l'Argentine, on peut, sans courir le risque de se tromper beaucoup, inférer des analyses qui précèdent que, d'une manière générale, le sol platéen est riche notamment en potasse et en azote et fréquemment en acide phosphorique. Le premier et le dernier de ces corps dérivent des minéraux provenant de la décomposition et de l'entraînement par les eaux, qui vont en général des Cordillières à l'Océan, des roches anciennes et des feldspaths, riches en phosphore et en potasse qui constituent la masse des montagnes des Andes. L'azote provient de la végétation séculaire qui a accumulé à la surface du sol des détritus de plantes.

La diversité de composition qu'accusent les analyses peut être aussi un élément important dans l'appréciation de la valeur vénale des terres ; les exemples ci-dessus montrent que l'examen chimique du sol devrait précéder l'achat des terres vierges, cet élément d'information devant, à côté des conditions de viabilité, de proximité des centres de population, être pris en grande considération.

Le mouvement d'immigration vers l'Argentine, qui s'accentue si notablement depuis quelques années (plus de 200 000 immigrants en 1888) appelle l'attention vers l'étude des conditions intrinsèques de tout ordre que les nouveaux arrivants rencontrent en mettant le pied sur le sol argentin.

La composition chimique et la richesse du sol étant, à mes yeux, l'une des questions les plus importantes que puissent examiner ceux qui veulent aller entreprendre la mise en valeur, par la culture, des immenses régions aujourd'hui encore couvertes de végétation spontanée, j'ai cru utile de m'y arrêter quelques instants.

Les renseignements qui m'ont été fournis par les notes de voyage de M. Calvet, ceux que j'ai pu recueillir à l'Exposition universelle et dans les travaux originaux qu'elle a provoqués, joints à l'examen d'une trentaine de sols des points les plus intéressants de

l'Argentine, m'amènent à une conclusion que j'exprimerai avec toute la réserve que comporte l'étude d'un pays neuf qu'on n'a pas parcouru soi-même.

Prise dans son ensemble, étant données les conditions de climat et de sol que révèlent les observations publiées jusqu'à ce jour, le territoire de la République Argentine se prête aux cultures les plus diverses, et l'on peut espérer atteindre des rendements élevés par l'application de bonnes méthodes culturales ; mais il y a lieu, en raison des différences notables qu'offre dans sa composition chimique le sol des diverses provinces, de poursuivre l'examen géologique et analytique de la pampa, et de chercher dans les résultats de cette étude une base solide d'appréciation sur la valeur agricole très variable de la terre argentine, comme celle, d'ailleurs, de tous les pays. Sous le bénéfice de cette réserve, je vais aborder maintenant la valeur vénale et la valeur locative du sol argentin, d'après les dernières statistiques réunies par M. Latzina à l'occasion de l'Exposition universelle de 1889.

Au cours des travaux de la commission chargée de diriger les préparatifs de l'exposition argentine, tant admirée par les visiteurs du Champ de Mars, M. A. Davila émit, en 1887, l'idée d'un recensement des cultures agricoles et du bétail répandu sur la vaste superficie du territoire argentin. La proposition adoptée fut immédiatement mise à exécution. On vota une somme de 500 000 fr. pour cette enquête, qui fut confiée à une commission composée des hommes les plus compétents. Le programme des recherches, aussitôt arrêté, comprenait deux parties, savoir : les renseignements personnels, c'est-à-dire concernant les agriculteurs et les éleveurs, et les renseignements généraux. Les premiers ont été fournis par les propriétaires et locataires respectifs du sol, les seconds étaient du ressort des commissions départementales.

Le recensement commença dans les premiers jours d'octobre 1888. C'était la première fois qu'on faisait une semblable opération dans la jeune République ; aussi ne saurait-on s'étonner qu'il existe des lacunes et même des inexactitudes dans les nombreux chiffres réunis et groupés dans ce premier essai de statistique. Malgré cela, les tableaux et documents publiés par M. Latzina, qui a été chargé de

la lourde tâche de coordonner les résultats de l'enquête, sont pleins d'intérêt et donnent une idée très approchée de la situation agricole de la République Argentine. Il ne faut pas oublier, qu'en raison du développement phénoménal de ce pays, les chiffres cessent bientôt, d'une année à l'autre même, d'être l'expression rigoureuse de la vérité. Aussi voisins que possible de l'état de l'Argentine, en 1888, les éléments statistiques publiés par M. Latzina sont déjà au-dessous de la réalité, en ce qui regarde les surfaces mises en culture, le nombre des exploitations, l'exportation, etc. Quoi qu'il en soit, ces renseignements sont d'un haut intérêt et donnent une idée des ressources actuelles du pays : ils laissent présager le mouvement ascensionnel qui s'accusera chaque jour davantage, si des difficultés extérieures ou intérieures ne viennent s'y opposer.

Examinons les rendements moyens à l'hectare, constatés par cette enquête.

Avec son climat varié, l'Argentine se prête à presque toutes les cultures. L'époque des semailles et celle des récoltes varient naturellement dans les différentes provinces, suivant les conditions climatériques dépendant elles-mêmes, à la fois, de la situation géographique et de la configuration du sol.

Dans la province de Buenos-Ayres, dans celles d'Entre-Rios et de Santé-Fé, on sème le blé, l'orge et l'avoine de mai à juillet; le maïs de septembre à novembre; la luzerne en avril et mai, septembre et octobre. On récolte le blé, l'orge et l'avoine en décembre et janvier; le maïs de février à avril, et la luzerne de novembre à avril.

L'époque des semailles et des récoltes varie généralement très peu dans la partie peuplée de la République, parce que si, d'un côté, les provinces du Nord ont un climat plus chaud que celles du Sud, il arrive, de l'autre, que, sur les plateaux, l'élévation du sol compense la moins grande obliquité des rayons solaires.

La canne à sucre se plante dans les provinces de Santiago, Tucuman, Salta, Jujuy et Corrientes, et dans les gouvernements de Chaco, Formosa et Misiones, de juillet à octobre, et se récolte de juin à octobre de l'année suivante. On sème le riz de septembre à octobre, et on le récolte de mars à mai. Le mandioca se sème en juin et se récolte d'avril à mai.

Le sol, dont j'ai fait connaître précédemment la richesse variable dans divers points, donne, en général, d'abondantes récoltes, à la condition que les pluies ne soient ni trop fortes ni trop rares. La récolte de l'année 1889 a été mauvaise par suite des intempéries, qui sont le facteur dominant des mauvaises années. On a constaté, notamment pour les céréales, une dégénérescence assez rapide de la semence, ce qui a conduit à faire en Europe des achats considérables de semences de blé, destinées à être distribuées aux cultivateurs.

Voici les rendements moyens des principales récoltes, à l'hectare et en quintaux métriques, d'après les résultats de l'ensemble de l'enquête de 1888 :

Blé	11.00
Maïs	30.00
Lin	8.00
Riz non décortiqué	30.00
Riz décortiqué	15.00
Pommes de terre	120.00
Tabac	8.50
Canne à sucre	450.00
Luzerne (sèche)	25.00
Alberges	12.00
Haricots	12.00
Pois chiches	12.00

Il va sans dire que ces rendements sont ceux des terres de bonne qualité moyenne, suffisamment arrosées et dans une année normale. On a constaté dans certains territoires des rendements beaucoup plus élevés.

La mercuriale de Buenos-Ayres a donné comme prix moyens des ventes sur ce marché, en 1888, les chiffres suivants :

Luzerne, les 1 000 kilogr.	128f,80c
Orge, les 100 kilogr.	11 ,05
Blé	23 ,05
Maïs	16 ,80
Farine	50 ,00
Sons	12 ,50
Lin	26 ,50
Semence de navet, le kilogr.	0 ,22

Quelle est la valeur vénale du sol? Il est difficile de répondre en quelques chiffres à la question ainsi posée. La valeur du terrain dépend d'un grand nombre de facteurs et varie nécessairement beaucoup d'une province à l'autre et même dans une seule province, suivant la situation, la qualité du terrain et la distance des débouchés. Par exemple, tandis que le prix de l'hectare dans l'arrondissement de Patagones (province de Buenos-Ayres) n'a pas dépassé 20 fr., il a atteint, dans un autre arrondissement de la même province (Barrocas), le chiffre énorme de 23195 fr. La raison de cette différence est dans ce fait que l'arrondissement de Patagones se trouve à l'extrémité S.-O. de la province entre les rios Negro et Colorado, à la limite du gouvernement de Rio-Negro, tandis que celui de Barrocas n'est séparé de la capitale de la République que par le Riachuelo. Les arrondissements où la terre vaut 500 fr. l'hectare et moins sont en grand nombre. Dans les petits arrondissements qui entourent la capitale, les terrains ont atteint déjà un prix si élevé qu'ils ne servent plus pour la culture proprement dite, mais seulement pour l'horticulture et le jardinage.

Dans la province de Santa-Fé, les terrains sont en général moins chers que dans celle de Buenos-Ayres. Dans l'arrondissement de la capitale, au nord, on obtient l'hectare à 10 fr. quand on achète de grandes propriétés, tandis que, dans celui de Rosario, le prix moyen des ventes a été de 1 488 piastres, soit 7 240 fr.

Dans la province d'Entre-Rios, qui possède les meilleurs sols de la République, un sol recouvert de la plus épaisse couche de terre végétale et dans une région des plus favorisées par un réseau de fleuves et de cours d'eau, le prix de l'hectare est à la portée de toutes les bourses, suivant l'expression de M. Latzina, puisque, sauf de rares exceptions, il ne dépasse pas 250 fr. C'est du côté de cette province que devra se porter particulièrement l'attention des agriculteurs européens.

Dans la province de Corrientes, la terre est également très bon marché. L'eau abonde et le sol, nous l'avons vu, est de bonne qualité. Le nord de la province possède un climat assez chaud. La valeur de l'hectare n'atteint pas, en moyenne, 100 fr.

Dans la province de Cordoba, les terrains ne sont pas aussi bon

marché que dans la précédente, tout au moins dans la région frontière de Santa-Fé. Dans la province de San-Luis, la terre n'est pas chère, mais cette province a l'inconvénient d'un climat sec. Les terrains qui ne peuvent pas profiter de l'arrosage artificiel sont à bas prix dans les provinces des Andes (Mendoza, San-Juan, La Rioja et Catamarca), tandis que dans les parties irrigables des mêmes régions, ils se vendent très cher.

M. Latzina a dressé pour les différentes provinces des tableaux fort intéressants qui donnent le prix de la terre, d'après deux évaluations se contrôlant jusqu'à un certain point : une colonne indique pour chacune des terres recensées la valeur *déclarée* par le propriétaire lors de l'enquête de 1888, l'autre, les prix *obtenus*, pour la même surface, dans les ventes réalisées à la même date.

Se basant sur l'ensemble des chiffres ainsi obtenus, M. Latzina a calculé la valeur totale de la propriété rurale dans la République Argentine en 1888.

La superficie totale figurant dans le recensement s'élève au chiffre de 289 429 481 hectares, possédant une valeur foncière totale de 3 720 902 330 piastres, ce qui, au taux nominal de 5 fr. par piastre, représenterait en nombre rond, 18 milliards 600 millions de francs.

La capitale de la République seule figure, dans ce chiffre, pour plus de 5 milliards et demi de francs (5 539 000 000) avec une superficie de 18 141 hectares, ce qui correspond à une valeur vénale de 305 327 fr. à l'hectare, soit 30 fr. 53 c. le mètre carré. Ces chiffres sont basés sur 6 949 ventes effectuées à Buenos-Ayres en 1888.

Dans la province de Buenos-Ayres (*extra muros*) la valeur moyenne de l'hectare est de 150 fr.; dans celle d'Entre-Rios, 100 fr. Dans toutes les autres, il varie de 35 à 5 fr., et même moins (0 fr. 50 c. dans le gouvernement de la Terre-de-Feu).

L'enquête relative aux prix de fermage et aux salaires agricoles présente aussi de l'intérêt; nous nous y arrêterons pendant quelques instants.

Nous avons vu qu'on peut évaluer, d'après les recherches de M. Latzina, la valeur foncière totale du sol de la République Argentine, à l'heure actuelle environ à la somme de 4 milliard de piastres, soit 20 milliards de francs, valeur nominale. Le fermage étant à la

Plata une forme assez répandue de l'exploitation du sol, il est possible d'estimer approximativement la valeur locative du territoire argentin. Le quart de la superficie totale des terrains affermés se trouve dans la province de Buenos-Ayres, qui est la plus importante comme population, superficie et richesse. Une surface de 7 494 997 hectares y est répartie entre 9053 locataires. Les superficies affermées au même individu sont extrêmement variables. En général d'une étendue considérable lorsqu'il s'agit de l'élevage du bétail, elles sont beaucoup plus restreintes lorsqu'on les destine à la culture. Le prix annuel du fermage à l'hectare varie beaucoup d'un arrondissement à l'autre, suivant la qualité de la terre. On peut considérer toutefois comme prix extrêmes, un fermage de 3 et de 20 p. 100 de la valeur foncière du sol et, comme prix moyen, 8 p. 100. Les tableaux que M. Latzina a dressés pour les différentes provinces montrent que des prix éloignés de ceux que je viens de citer sont exceptionnels. Exprimé en argent, le fermage d'un hectare varie d'une piastre (5 fr.) et moins dans certaines provinces, à 35 piastres (175 fr.) sur quelques points privilégiés.

Les salaires agricoles présentent aussi, dans leur taux, d'assez grands écarts ; on en jugera par le tableau suivant qui donne les salaires mensuels des hommes et des femmes :

PROVINCES.	HOMMES		FEMMES	
	nourris.	non nourris.	nourries.	non nourries.
	Piastres.	Piastres.	Piastres.	Piastres.
Buenos-Ayres	10 à 30	20 à 40	8,00 à 20	15 à 30
Corrientes.	6 à 15	10 à 20	3,00 à 9	4 à 10
San-Luiz	8 à 15	12 à 15	4,00 à 8	6 à 12
Mendoza	10 à 25	15 à 30	3,00 à 8	8 à 15
La Rioja	6 à 12	12 à 20	2,50 à 8	4 à 8
Catamarca.	8 à 20	15 à 25	2,00 à 4	5 à 8
Tucuman	8 à 15	12 à 30	3,00 à 6	6 à 10
Salta.	8 à 15	15 à 20	9,00 à 5	5 à 10
Jujuy	6 à 12	8 à 15	3,00 à 5	4 à 8

Dans les provinces de Santa-Fé et d'Entre-Rios, les salaires sont, en général, les mêmes que ceux de la province de Buenos-Ayres. La cherté de la vie dans les province du littoral, comparées aux provinces de l'intérieur, explique les différences que nous venons de

constater dans le tarif des salaires. En somme, l'ouvrier agricole de Buenos-Ayres gagne, en moyenne, 75 fr. par mois, s'il est nourri et 125 fr. s'il doit s'entretenir à ses frais. La femme reçoit, suivant les mêmes conditions, en moyenne 70 fr. ou 112 fr. par mois, salaires élevés, si on les compare aux gages de nos ouvriers ruraux.

L'élevage du bétail est, comme on le sait, une des branches les plus importantes de la richesse de l'Argentine. Le recensement dont M. Latzina nous donne les résultats par arrondissement et par province n'a point la prétention d'être rigoureusement exact, mais il fournit des indications fort instructives, et qui, sans doute, grâce aux soins qui ont été apportés à les recueillir, ne doivent pas s'écarter beaucoup de la réalité.

II. — Le bétail.

Le nombre total des animaux d'élevage existant, en octobre 1888, sur le territoire de la République Argentine s'élevait, d'après ce recensement, au chiffre de 95 956 665, qui se décompose de la manière suivante :

Espèce ovine	66 701 097	têtes
Espèce bovine.	21 963 930	—
Race chevaline.	4 262 917	—
Chèvres	1 969 765	—
Anes et mulets	430 940	—
Porcs	403 203	—
Autruches.	177 075	—
Lamas.	47 738	—

Si l'on classe les animaux des espèces ovine, bovine et chevaline d'après leurs conditions d'existence et de sang, on arrive au groupement suivant :

ANIMAUX.	ESPÈCE		
—	bovine. —	ovine. —	chevaline. —
De travail	962 699	»	1 047 769
D'élevage (indigènes)	17 573 572	24 317 214	2 951 182
De race croisée	3 388 801	42 002 867	259 009
De race pure	37 858	381 016	4 957
Totaux	21 962 930	66 701 097	4 262 917

L'amélioration de la race ovine est beaucoup plus avancée, on le voit, d'après la proportion des races pures ou croisées, que celle de l'espèce bovine. Quant à l'espèce chevaline, le progrès est moindre encore ; l'importation des chevaux de race pure se fait, jusqu'ici, presque exclusivement en faveur du sport.

Les autruches domestiquées, qui sont nombreuses, puisqu'on en compte 177 075, se divisent en autruches ordinaires (149 550), qui sont les autruches américaines, et en autruches de race croisée ou autruches africaines, au nombre de 25 406, nées dans le pays et de 2 119 autruches africaines (d'importation directe). Toutes ces autruches vivent dans des parcs clos. La province de Buenos-Ayres en compte la majeure partie (154 000). L'autruche libre ne se rencontre qu'à l'extrémité ouest et sud de la République. La population, qui s'avance de l'est à l'ouest et du nord au sud, les a refoulées vers le désert.

Les lamas, qui sont en nombre considérable (47 000 dans la province de Jujuy), sont employés pour les transports.

Les tableaux du recensement du bétail permettent de comparer la superficie occupée par l'élevage des espèces bovine et ovine dans l'étendue des provinces et gouvernements. On trouve ainsi, par kilomètre carré, les chiffres suivants :

PROVINCES.	NOMBRE D'ANIMAUX.	
	Espèce bovine.	Espèce ovine.
Buenos-Ayres	28	171
Santa-Fé	23	23
Entre-Rios	55	65
Corrientes	22	8
Cordoba	12	13
San-Luis	6	3
Mendoza	1	1
San-Juan	1	1
La Rioja	2	1
Catamarca	3	2
Santiago	6	8
Tucuman	8	2
Salta	2	2
Jujuy	2	14
Gouvernement de Misiones	1	»
Gouvernement de La Pampa	2	12
Gouvernement de Rio-Negro	3	1

Un simple rapprochement entre le chiffre de la population de l'Argentine, le nombre de têtes de bétail recensées en 1888 et les chiffres correspondants pour la France, permettra de juger de l'énorme quantité de viande et de laine disponible pour l'exportation dans le premier de ces pays.

En France, nous comptons, par 100 habitants, 34 têtes et demie (34.5) d'animaux de l'espèce bovine et 63 têtes 2 dixièmes (63.2) de l'espèce ovine (enquête de 1882). Dans l'Argentine, il existe 580 têtes d'animaux de l'espèce bovine et 1 780 têtes de l'espèce ovine pour 100 habitants.

La province d'Entre-Rios est celle qui, relativement parlant, compte le plus grand nombre d'animaux d'élevage de l'espèce bovine et Buenos-Ayres le plus grand nombre de moutons. Dans la province de Corrientes et au nord de Santa-Fé, le climat chaud est contraire à l'élevage des brebis, tandis que, dans les provinces méditerranéennes, c'est au manque de pâturages naturels, dû aux grandes sécheresses, qu'il faut attribuer la faiblesse de l'élevage du bétail. La province de Jujuy, qui se trouve déjà dans la zone tropicale, doit à l'élévation de ses plateaux de pouvoir se livrer à l'élevage du mouton. Les provinces de l'intérieur de la République sont, autant par leur climat que par leur sol et leur végétation, plutôt propres à l'élevage des chèvres qu'à celui des brebis ; l'espèce bovine s'y élève dans des champs de luzerne arrosés artificiellement, à la fois pour la consommation de la contrée et pour l'exportation au Chili.

En ce qui regarde la *possibilité* des prairies naturelles, c'est-à-dire le nombre de têtes qu'on peut y élever et y nourrir par surface de 100 hectares, il y a de grandes différences dans les divers points de la même province, et bien plus encore d'une province à une autre. Par exemple, si, dans les provinces du littoral (Buenos-Ayres, Entre-Rios, Santa-Fé et Corrientes), bien supérieures aux autres par leurs pâturages naturels, on peut élever en moyenne 120 animaux de l'espèce bovine sur 100 hectares, dans la plupart des provinces de l'intérieur on ne peut atteindre la moitié de ce chiffre.

Le meilleur climat et les meilleurs pâturages pour l'élevage du mouton se rencontrent dans la province de Buenos-Ayres, où 100 hectares peuvent nourrir, en moyenne, 700 animaux, tandis que

dans d'autres provinces moins favorisées par le climat et par la nature du terrain, ce chiffre s'abaisse d'un tiers, de la moitié et souvent plus. Ce que nous venons de dire de l'espèce bovine s'applique également à la race chevaline.

L'augmentation de l'élevage du bétail, sauf de légères différences provenant de la variété du climat et des pâturages, est à peu près la même dans toutes les provinces. L'accroissement moyen annuel observé dans la province de Buenos-Ayres peut, sans erreur notable, s'appliquer à toutes les autres. La moyenne observée est la suivante : 25 p. 100 dans l'espèce bovine, 35 p. 100 dans l'espèce ovine, 20 p. 100 dans l'espèce chevaline.

Dans les provinces de l'intérieur où l'élevage des chèvres est prospère, on peut admettre comme augmentation moyenne annuelle le chiffre de 50 p. 100.

Il nous reste à parler des produits du bétail, laines, viandes et peaux, qui font l'objet principal du commerce d'exportation de la République Argentine.

Nous venons de constater la place prépondérante qu'occupe le bétail dans l'agriculture de la République Argentine. Pour compléter les indications relatives à cette branche capitale de la richesse naturelle du pays, il importe de citer quelques chiffres concernant la production et l'exportation de la laine, des cuirs et de la viande.

Le poids moyen des animaux qu'on élève pour la boucherie est, dans les provinces du littoral, de 125 à 150 kilogr. pour les vaches; de 200 à 250 kilogr. pour les bœufs; de 20 à 25 kilogr. pour les brebis et de 30 à 35 kilogr. pour les moutons.

Le poids vif, en ce qui regarde l'espèce ovine, est généralement plus élevé dans les provinces de l'intérieur, où les animaux sont parqués en hiver dans les pâturages de luzerne. L'alimentation étant meilleure, le poids des animaux s'élève ; c'est une question de nourriture et non de race.

Le poids de la toison varie dans d'assez grandes limites d'un point à un autre ; il tend à s'abaisser avec l'amélioration de la qualité de la laine, par suite des croisements et d'un meilleur traitement des troupeaux.

M. Latzina admet, pour la province de Buenos-Ayres, une pro-

duction moyenne de 2^{kg},07 par tonte annuelle d'un animal. Ce chiffre paraît très élevé, si on l'applique au nombre total d'animaux de l'espèce ovine, sans distinction d'âge ou de sexe. M. Zeballos, dans son livre si intéressant [1], nous paraît devoir être plus dans le vrai en fixant à 11^{kg},500 le poids de la tonte de 10 brebis, soit 1^{kg},150 par tête.

Quoi qu'il en soit, la production totale de la laine dépasse actuellement 140 millions de kilogrammes, et l'exportation s'est élevée, pour la seule année 1888, à 131 millions de kilogrammes, alors qu'elle était de 62 millions en 1868, de 19 millions en 1858 et de 430 000 kilogr. seulement en 1832 ! On peut mesurer, par ces quelques chiffres, le progrès colossal de l'élevage et du commerce de la République Argentine depuis un demi-siècle.

Le nombre des peaux de bêtes à laine exportées annuellement, depuis quelques années, oscille autour de 30 millions et celui des bêtes de l'espèce bovine dépasse 3 millions.

La population indigène étant bien loin de pouvoir consommer la viande produite annuellement par le bétail argentin, les efforts les plus considérables sont faits par les éleveurs et par le Gouvernement en vue de favoriser l'exportation des viandes conservées ou congelées. Quatre usines installées à Buenos-Ayres ou dans les environs sont spécialement affectées à la congélation des moutons, qu'on exporte en Europe dans des navires construits et installés dans ce but. En 1888, l'Angleterre seule a reçu, de ces usines, 924 003 carcasses de moutons argentins.

Pour stimuler les capitaux qui désireraient chercher une rémunération dans l'exploitation industrielle et commerciale des viandes bovines, le Congrès argentin a édicté deux lois, l'une de primes et l'autre de garanties, dont je crois intéressant de faire connaître les dispositions fondamentales.

La loi du 19 novembre 1887 affecte pour une durée de trois ans, à dater du 1er janvier 1888, une somme de 550 000 piastres (2 750 000 fr.) au développement de l'exportation du bétail de l'espèce bovine vivant, des viandes de bœufs et de moutons ou viandes

1. *A travers les bergeries*. Grand in-8°. Mouillot, Paris, 1889.

conservées par le système frigorifique, en boîtes ou d'autre manière, et pour donner des subventions et des prix aux expositions et fêtes rurales.

Cette somme se répartira de la manière suivante :

Pour primes à l'exportation de viandes de l'espèce bovine, 250 000 piastres ;

Pour primes à l'exportation de viandes de l'espèce ovine, 150 000 piastres ;

Pour favoriser l'ouverture de nouveaux marchés pour la viande salée, 50 000 piastres ;

Pour subventions et prix aux expositions et fêtes rurales, 100 000 piastres.

Les sommes destinées aux primes à l'exportation du bétail vivant et viandes congelées ou conservées seront réparties entre les différents exportateurs, à raison de 20 piastres par 1 000 kilogr. de viande de bœuf ou 3 piastres par chaque animal vivant d'espèce bovine et 6 piastres par chaque 1 000 kilogr. de viande de mouton. Ces primes seront payées par trimestres, après présentation par l'intéressé des documents justifiant l'embarquement des viandes.

La loi du 9 novembre 1888 est plus intéressante peut-être, en ce qu'elle a pour but d'attirer les capitaux étrangers en vue de la création dans la République Argentine de sociétés d'exportation de la viande indigène.

L'article 1er porte :

« Le Pouvoir exécutif est autorisé à concéder la garantie annuelle de 5 p. 100, pendant une période de dix années, sur le capital des sociétés qui s'établiront dans la République pour exporter des viandes bovines fraîches ou conservées par des procédés ne pouvant nuire à la santé. Le maximum du capital appelé à bénéficier de cette garantie est fixé à 8 millions de piastres (40 millions de francs), ne pouvant garantir à chaque société un capital supérieur à 1 million de piastres, ni moins de 500 000 piastres. Le capital garanti se distribuera comme suit : pour les établissements qui s'installeront dans la province de Buenos-Ayres, dans la capitale de la République et sur le territoire de la Pampa, 3 500 000 piastres ; pour les établissements qui s'installeront dans la province de Santa-Fé, 1 500 000 piastres ;

province d'Entre-Rios, 1 500 000 piastres ; même chiffre pour la province de Corrientes.

« Aucune concession de garantie ne sera donnée avant que le Pouvoir exécutif ait approuvé les installations, le matériel, etc. »

Les entreprises garanties devront réserver au moins 20 p. 100 de leur capital à la souscription indigène ; leur domicile légal devra être établi dans la République, etc.

Lorsque les bénéfices nets des entreprises excéderont 5 p. 100, l'excédent sera applicable au remboursement des avances avec intérêts que le Gouvernement leur aura faites en raison de la garantie.

Un décret de février 1889 porte que les capitaux et garanties mentionnés par la loi du 9 novembre 1888 sont en monnaies d'or, ainsi que ceux du service de garantie. Ce décret prévoit le mode de pétition des entrepreneurs, la forme des contrats, etc.

Quelques mots en terminant sur les établissements industriels qui reposent sur le commerce de bétail. Ces établissements sont ceux de salaisons et d'extraction de la graisse et les industries de conservation de la viande par le système frigorifique.

Les premiers élaborent le suif et la viande salée ; ils sont au nombre de 19 dans la province de Buenos-Ayres. En 1888, il est passé par ces établissements 243 375 têtes de l'espèce bovine, 198 415 chevaux et 206 398 moutons.

La province d'Entre-Rios a 12 établissements pour les salaisons et les graisses. L'usine la plus importante, celle de Santa-Elena, où se prépare l'extrait de viande du docteur Kemmerich, a transformé, dans le cours de 1887, 25 755 moutons en 72 000 kilogr. d'extrait de viande, 50 292 kilogr. de peptone et 8 535 kilogr. de viande salée.

A mesure que l'agriculture progresse, dans l'Argentine, avec le développement de l'instruction technique qui se donne déjà dans deux écoles agronomiques (Santa-Catalina et Mendoza), la qualité et la quantité des produits du sol et de l'élevage iront grandissant.

L'importation de semences européennes, l'introduction de reproducteurs de choix français, anglais et autres, ont modifié déjà sensiblement le taux des rendements dans certaines provinces et la qualité de la viande et de la laine dans les pays d'élevage. La vieille Europe ne saurait, sans danger pour elle, perdre de vue cette ten-

dance générale du nouveau monde à entrer dans la voie de la culture intensive et à s'inspirer des principes scientifiques pour le développement de son agriculture. Si nous voulons, comme nous le pouvons et devons le vouloir, conserver notre rang et maintenir à l'agriculture la place que lui assigne son importance à la tête de nos industries, il faut, de toute nécessité, arriver à augmenter nos rendements en céréales et en viande, pour en diminuer le prix de revient, tout en leur conservant les qualités qui les placent fort audessus encore, tout au moins pour les viandes, des produits étrangers. C'est par la production des denrées de choix que nous pouvons soutenir la concurrence avec les pays neufs, mais à cette condition seulement qu'en leur conservant leur supériorité nous arrivions, par l'accroissement des rendements, à en abaisser le prix de revient. Telle est, à nos yeux, la leçon pratique qui découle des faits révélés à l'Exposition de 1889 par les surprenants progrès de l'agriculture du nouveau monde, et en particulier de celle de la République Argentine.

URUGUAY

L'Uruguay. — Élevage, agriculture et commerce. — Le bétail et les *saladeros*. Le protectionnisme à l'Uruguay.

La côte du territoire uruguayen a été découverte en 1516 par Juan Diaz de Solis.

Le premier centre de la population a été fondé en 1550 sur la rivière San-Juan par le capitaine Juan Romero, mais il dut bientôt être abandonné, ses habitants ne pouvant résister aux attaques continuelles des Indiens. En 1624, Fray Bernado de Gusman fonda le centre le plus ancien que compte la République de l'Uruguay, à deux lieues de l'entrée du Rio-Negro; et lui donna le nom de Santo-Domingo de Soriano. La ville de Montevideo a été créée par le maréchal de camp don Bruno de Zabala, en 1726. Après bien des vicis-

situdes, l'Uruguay conquit son indépendance et, le 18 juillet 1830, la constitution de la République fut solennellement proclamée : cette constitution régit à l'heure actuelle la nation uruguayenne.

La République orientale de l'Uruguay a une superficie d'environ 186 000 kilomètres carrés, soit près du tiers de celle de la France ; une population voisine de 700 000 habitants, dont 70 p. 100 de nationaux d'origine espagnole et 30 p. 100 d'étrangers. L'accroissement de la population, depuis une quarantaine d'années, dépasse celui qu'on observe partout ailleurs. De 1852 à 1860, il a été de 74 p. 100, la population ayant passé, dans cette période de huit ans, de 132 000 à 230 000 habitants.

En 1887 on comptait 614 257 habitants, soit en 27 ans, une augmentation de 168 p. 100. Il y a, à l'heure présente, par kilomètre carré, 3.29 habitants ; lorsque la densité de la population atteindra celle de la France, l'Uruguay aura 13 millions d'habitants ; peuplé comme l'est la Belgique, il en compterait 35 millions. Ces chiffres montrent de quel développement est susceptible la population de la jeune République, dont le sol fertile et les pâturages assurent un avenir plein de promesses aux générations futures et aux immigrants.

Les produits exposés au Champ de Mars et l'ensemble des documents statistiques qui les accompagnaient permettent de se faire une idée exacte des ressources et du développement si remarquables de l'Uruguay.

Pays d'élevage avant tout, l'Uruguay tire sa principale richesse de ses troupeaux de bêtes à corne et bêtes à laine. Il n'existe pas, je crois, de pays au monde qui, sous ce rapport, puisse être comparé à cette République. Le siège de neuf ans que subit Montevideo durant la guerre qui prit fin en 1851, avait réduit les troupeaux dans des proportions énormes ; le nombre des animaux de toute espèce révélé par le recensement de 1852 portait à moins de 4 millions de têtes l'ensemble des animaux des espèces bovine, ovine et porcine. En 1880, le nombre avait augmenté de 60 p. 100, et six ans plus tard, en 1886, du chiffre de 4 millions de têtes, on était passé à plus de 20 millions, soit une augmentation de 521 p. 100.

En 1889, on évalue à 32 millions de têtes le nombre du bétail

existant dans les pâturages de l'Uruguay, leur valeur atteignant 407 millions de francs. Un bœuf vaut 60 fr.; un cheval 30 fr., une brebis 4 fr., un porc 30 fr.

Rapporté à la surface territoriale, le recensement de 1888 donne, par kilomètre carré, 44.02 têtes de bétail à corne, 123 brebis et 316 chevaux; par habitant, 13.58 têtes de bétail à corne, 0.96 cheval et 37.45 bêtes à laine. En Europe, c'est la proportion de 0.3 (France) à 0.13 (Italie) par habitant qu'indique le recensement du bétail. L'Uruguay est, d'après cela, un peuple essentiellement pasteur. Ses plaines fertiles, ses gras pâturages sont divisés en *estancias*, établissements appropriés à l'élevage des troupeaux, qui a été jusqu'à ce jour l'industrie la plus lucrative et forme la principale richesse du pays. Aussi, malgré le développement qu'elle a pris dans les départements de Montevideo, Canelones et Colonia, l'agriculture n'a pas fait de grands progrès dans les autres contrées de l'intérieur. Il existe cependant déjà, dans les environs des villes et villages, un grand nombre de fermes et centres agricoles où se cultivent les céréales et les légumes pour la consommation locale. L'excédent s'expédie aux principaux centres commerciaux de la République, d'où il s'exporte à l'étranger.

Le pays produit, en effet, plus de céréales que n'en exige sa consommation, et, d'une année à l'autre, il reste un solde disponible qui, en 1887, représentait une valeur de près de 4 millions de francs. Le rendement du blé varie entre 10 et 15 fois le poids de la semence employée, celui du maïs est de 300 et celui de l'orge de 18 à 36, suivant les localités. Outre le blé et le maïs, qui sont les deux récoltes les plus importantes de l'Uruguay, on cultive avec succès les haricots, les pois, les lentilles, les fèves et les pommes de terre qui donnent deux récoltes par an. La culture de la luzerne prend une notable importance; le tabac, l'olivier, commencent à être cultivés sur une certaine échelle; mais, parmi les industries agricoles récemment importées dans la République, la viticulture mérite une mention toute spéciale.

La culture de la vigne, grâce aux exemples donnés par MM. Vidiella à Villa-Colim près de Montevideo, Pascal Hanriaque (de nationalité française) au Salto, Pretti et Marquez à Pando, prend un grand

développement depuis quelques années. La République de l'Uruguay, qui, en 1887, a importé pour 20 millions de francs de boissons fermentées et particulièrement de vin, n'est pas éloignée de produire une quantité de vin suffisante pour sa consommation.

Près de 500 hectares de vigne ont été plantés depuis deux ans. M. Vidiella, créateur de l'industrie vinicole dans l'Uruguay, a importé les cépages, les méthodes culturales et les pratiques vinicoles françaises. L'impulsion étant donnée, il s'est constitué deux sociétés, l'Uruguayenne, au capital de 600 000 fr., et la Société vinicole du Salto (capital un million), pour la création de vignobles étendus. Le développement de la culture de la vigne dans les pays neufs, tributaires jusqu'en ces dernières années de l'ancien monde, ne laisse pas que d'appeler la très sérieuse attention des producteurs de l'Europe centrale et particulièrement celle des viticulteurs français. Le jour est proche, suivant toute apparence, où, d'une part, la République Argentine, l'Uruguay, les États du nord de l'Amérique récolteront assez de vin pour suffire à leur consommation ; où, de l'autre, l'Australie et, peut-être, quelques-uns des pays que nous venons de citer, arriveront à récolter assez de vin pour en exporter sur une grande échelle ; ce jour-là, la situation des vignerons européens pourrait devenir critique. On ne saurait trop s'en convaincre, c'est par la qualité exceptionnelle des produits que la lutte deviendra possible. Grâce aux conditions privilégiées de sol et de climat qui ont placé les vins français au premier rang, et cela d'une façon incontestée, nous pouvons continuer à trouver sur le marché extérieur l'écoulement de nos produits ; mais il faut à tout prix, pour qu'il en soit ainsi, maintenir les qualités de nos vins, si nous voulons leur voir garder dans le monde entier la place prépondérante qu'ils y ont conquise.

L'Uruguay comptait, au recensement de 1886, 57 411 propriétaires, dont 27 394 Uruguayens, 30 017 étrangers, parmi lesquels 3 044 Français. La richesse territoriale était évaluée à 1 100 millions environ. Le principal revenu de la République uruguayenne, où fleurit dans son plein le protectionnisme le plus exclusif, on le verra tout à l'heure, est le revenu de la douane : il s'élève à 46 millions 1/2 de francs sur un budget total de recettes de 70 millions environ ; la

contribution immobilière s'élève à 6 millions, le reste est le produit de ressources diverses (postes, patentes, etc.).

Quelques chiffres extraits de la loi de douane du 5 janvier 1888 vont nous montrer l'énormité des droits qui frappent tout produit étranger à son entrée sur le territoire de la République.

L'article 1er de cette loi porte que « toute marchandise étrangère qui s'introduit pour la consommation » payera à l'entrée un droit de 31 p. 100, *ad valorem,* à l'exception des marchandises suivantes qui payeront :

1° 51 p. 100 (armes, poudre, fromages, beurres, jambons, viandes, etc.) ;

2° 48 p. 100 (chaussures, confections, chapeaux, meubles, voitures, etc.) ;

3° 44 p. 100 (chocolat, chandelles, bougies, pâtes, comestibles, peaux, etc.) ;

4° 20 p. 100 (bois bruts, fer, lingots, métaux, fruits, fourrages, charbons, etc.) ;

5° 12 p. 100 (pommes de terre) ;

6° 8 p. 100 (livres et imprimés de toute nature).

En dehors de cette nomenclature, que j'écourte à dessein, voici quelques chiffres relatifs aux droits spécifiques :

Vins fins en fûts, 115 fr. l'hectolitre ;

Cognacs et liqueurs alcooliques jusqu'à 20° d'alcool, par litre, 0 fr. 75 c.

La loi de douane du 5 janvier 1889 a réduit le droit spécifique pour tous les vins communs, en fûts, à 30 fr. par hectolitre.

L'échelle mobile existe dans l'Uruguay pour les céréales : le blé paye de 6 fr. 25 c. les 100 kilogr. à 0 fr. 625, suivant que le cours des 100 kilogr. varie de 20 fr. à 40 fr. Le blé entrera en franchise de droits quand le prix sur place dépassera 40 fr. (8 piastres) ! Ainsi du maïs et des farines.

Un petit nombre d'objets, parmi lesquels les objets destinés au culte et ceux à l'usage particulier des agents diplomatiques accrédités et quelques produits métallurgiques ou agricoles, sont seuls exempts de droit.

Il n'y a pas lieu de s'étonner qu'en présence de droits de douane

tellement exorbitants, la vie et les salaires soient d'un prix élevé. Quelques indications vont nous fixer à cet égard. Les salaires actuels à Montevideo et dans la République sont les suivants :

Journaliers, terrassiers, de	4f	à	6f	par jour.
Ouvriers maçons	7,50c	à	11	
Tailleurs de pierre	6	à	11	
Jardiniers (logés et nourris)	100	à	175	par mois.
Laboureurs (logés et nourris)	60	à	70	
Cuisiniers (logés et nourris)	100	à	150	
Cuisinières (logées et nourries)	80	à	100	
Domestiques mâles (logés et nourris)	90	à	110	
Servantes (logées et nourries)	65	à	90	
Employés de commerce (logés et nourris)	100	à	350	

En dehors des aliments, tous les objets de consommation sont d'un prix élevé, ce qui explique le taux de ces divers salaires.

La République de l'Uruguay entretient des relations commerciales importantes avec les principaux marchés d'Europe et du continent sud-américain. Son commerce extérieur est représenté presque exclusivement par les produits d'origine animale : cuirs, laines, peaux de mouton, viandes sèches, extraits de viande, etc., et par les céréales et quelques produits agricoles.

L'Angleterre et la France tiennent la tête pour l'importation, l'Angleterre et la Belgique pour l'exportation uruguayenne.

En 1887, l'importation totale s'est élevée à 125 millions de francs, nombre rond, dont 34 millions pour l'Angleterre et 20 millions 1/2 pour la France ; l'exportation totale a été de 93 millions de francs, dont 20 millions 1/2 vers l'Angleterre, 17 millions vers la Belgique et 14 millions en France.

Les produits animaux figurent, dans l'exportation, pour 110 millions, dont 107 en produits des troupeaux et *saladeros* et 3 millions seulement en animaux vivants.

Tout le monde connaît, de nom au moins, les *saladeros*, établissements où l'on abat les animaux dont on sale la viande et les cuirs et où l'on prépare l'extrait de viande.

En 1888, il n'a pas été abattu moins de 773 500 têtes de bétail dans les saladeros de l'Uruguay.

Le plus célèbre des saladeros est celui de Fray-Bentos, où se

prépare en grand l'extrait de viande Liebig. Cet établissement, fondé en 1864, abat plus de 1 000 animaux par jour, dans la saison d'été ; il consomme 7 500 tonnes de charbon et 3 500 tonnes de sel par an. Il occupe plus de 600 ouvriers et possède 35 000 têtes de bétail dans son *estancia*.

En visitant l'élégant pavillon de l'Uruguay, si bien organisé sous la haute direction du colonel Juan Diaz, ministre plénipotentiaire de l'Uruguay à Paris, on était frappé du développement rapide de la florissante République, à laquelle l'intelligence et l'activité de sa population ouvrent des perspectives d'avenir dignes de fixer dès à présent toute l'attention du monde agricole de la vieille Europe.

MEXIQUE

L'exposition du Mexique, si remarquable à tous égards, était particulièrement intéressante au point de vue de la statistique, de la cartologie et de l'enseignement agricole. Mais avant d'aborder l'enseignement agricole si remarquablement représenté au quai d'Orsay, par les soins de M. Sentiès, l'habile directeur de l'École de Santiago, jetons à l'aide des documents recueillis par M. le député Florès et publiés par M. Bianconi un coup d'œil général sur la production agricole du Mexique.

Principaux produits. — La diversité des climats qu'on rencontre au Mexique a pour conséquence une variété extrême de productions végétales. Le sol du Mexique produit toutes les céréales, toutes les essences, tous les fruits d'Europe et, en outre, toutes les plantes de la flore des zones tropicales.

Parmi les céréales, la plus abondante est le maïs que l'on récolte dans toutes les parties du pays, à quelque altitude que ce soit. C'est la plante mexicaine par excellence, celle qui sert également à la nourriture de l'homme et des animaux ; la majeure partie des habitants du Mexique a, en effet, adopté comme pain une sorte de galette

(la *tortilla*) fabriquée avec du maïs cuit et moulu dans chaque maison : dans la classe indienne, un grand nombre d'individus n'ont jamais mangé que la tortilla, assaisonnée de sel et de piment et accompagnée quelquefois de haricots qui constituent, du reste, le complément presque obligé de tous les repas du Mexicain.

Plantes textiles. — Le Mexique est, par excellence, la terre propre au développement des plantes textiles : on les rencontre partout à l'état sauvage, peu et mal exploitées, et fournissant cependant du travail à une partie importante de la classe indienne ; parmi elles, on doit placer au premier rang le *Henequen.*

Le *coton Henequen* (*Agave Saxi*) est, de toutes les plantes textiles qui abondent au Mexique, celle qui est la plus sérieusement exploitée : elle semble être originaire de la péninsule de Yucatan, dont elle a fait la fortune et paraît avoir été créée spécialement pour ce pays désolé qui, avant d'en avoir entrepris sa culture en grand, était considéré comme la partie la plus ingrate de la République, digne seulement de recevoir les forçats déportés.

Le *Henequen* du Yucatan, qu'il ne faut pas confondre avec une plante du même nom qui croît à Manille et qui est d'une autre famille, se développe surtout dans les terrains pierreux et jusque sur des roches que l'on creuse au moyen de la barre des mines : on a prétendu même qu'il tire toute sa nourriture de l'atmosphère et que ses racines ne servent qu'à le fixer au sol, comme les racines des aroïdées les fixent aux arbres, dont elles ne tirent aucune substance. Cette assertion mériterait une vérification sérieuse.

Le henequen se reproduit par drageons ; il reçoit deux binages la première année et un autre, chaque année suivante ; il arrive à son développement complet au bout de quatre ans. A partir de cette époque, on coupe annuellement un certain nombre de feuilles ; la durée de l'exploitation d'une plante est en moyenne de six à huit ans et s'élève quelquefois jusqu'à quinze et vingt ans.

La fibre est très fine, plus flexible que celle du chanvre ; elle ne durcit pas sous l'influence de l'humidité, elle ne gèle même pas aux températures les plus basses et n'exige pas autant de soins que le lin et le chanvre. La culture de cette plante augmente sans cesse au Yucatan. Le henequen occupe la première place dans les produits

agricoles exportés. En 1884, la production fut de 4 millions de piastres. En 1888, l'exportation monta à 6 millions, et dans les six premiers mois de 1889, elle a été de près de 6 millions de piastres[1].

Les prix ont monté de 4 piastres 6 centavos en 1886 à 14 piastres en 1889 (janvier). Le compte de frais de culture du henequen a été établi de la manière suivante pour 100 *mecates,* mesure locale qui équivaut à 4825 ares :

	PIASTRES.
Achat de drageons, frais de culture et intérêt de l'argent. . . .	5 556,60
Frais de récolte et de manutention	27 832,80
TOTAL.	33 589,40

Le henequen a commencé à être exploité sérieusement au Yucatan en 1860 ; avant cette époque, on l'exportait manufacturé seulement sous forme de hamacs, de cordages, etc. La blancheur et la souplesse de ces objets attira l'attention des commerçants étrangers et les États-Unis commencèrent à importer la matière première : les agriculteurs du Yucatan s'efforcèrent ensuite de faire connaître leurs produits sur les marchés européens ; ils réussirent si bien, que l'exportation du henequen qui, en 1880, était estimée à 2173468 piastres, a atteint en 1887-1888 la somme de 6641255 piastres.

L'industrie transforme la plante henequen en cordages pour les navires ; mêlé au coton ou à d'autres textiles, il sert à faire des toiles grossières ; il est employé enfin pour faire des tapis, des hamacs, des brosses, etc.

Le développement considérable de cette culture a donné lieu à l'établissement de plusieurs voies ferrées, notamment celle de *Merida* au port de *Progreso*. Cette ligne, qui était unique dans le pays, ne suffisant pas au mouvement commercial du henequen, on a été forcé d'établir une nouvelle ligne et à présent ces deux lignes font le transport du henequen des lieux de production au port de Progreso par où on l'exporte.

Le *Maguey manso* produit une fibre qui a reçu le nom de *Ixtle* et qui sert à confectionner des cordes et des toiles grossières. Cette fibre, ainsi que celle que l'on extrait des feuilles du même végétal,

1. La piastre mexicaine vaut 5 fr.

employée à la fabrication du papier, donne un produit d'une finesse et d'une solidité remarquables.

La *Lechuguilla,* fournie par une variété du *maguey* (l'*Agave heterocantha*), peut être employée de la même façon que l'*ixtle*. Les produits de l'exploitation de cette plante ont été calculés de la façon suivante : un *sitio* (emplacement de 25 millions de *varas* carrées)[1] contient, à deux plantes par *vara* carrée, 50 millions de plantes. Chaque plante donne au moins 250 gr. de fibre ; un sitio produit donc 12 500 000 kilogr. de fibres qui, à raison de 4 piastres les 100 kilogr., valent 500 000 piastres. Or, les bonnes machines à défibrer produisent 1 000 kilogr. par jour, avec 10 piastres de frais. De telle sorte que chaque machine en exploitation donne journellement un bénéfice de 25 à 30 piastres, bénéfice qui est augmenté quand plusieurs machines travaillent ensemble et duquel il faut déduire le loyer du terrain occupé par les magueys, loyer qui est relativement insignifiant. Un *sitio* peut être exploité en une année avec quatre machines. Les différentes espèces de maguey que nous venons de signaler ne produisent pas seulement des fibres, les racines de cette plante peuvent être employées comme savon, les feuilles servent de toiture aux cabanes des Indiens et sont fixées entre elles par leurs propres pointes qui font l'office de clous. Enfin, la plante du maguey est excellente pour former des clôtures infranchissables.

La *Pita* (*Bromelia silvestris*), qui abonde à l'état sauvage dans l'État de Oajaca, donne une fibre qui ressemble à celle de la ramie et peut servir aux mêmes usages. Les cordages faits avec la pita de Oajaca sont quatre fois plus résistants que ceux de chanvre : ils n'ont pas besoin d'être goudronnés et les variations atmosphériques n'ont presque pas d'influence sur eux ; en outre, la pita pèse 25 p. 100 moins que le chanvre. Jusqu'à présent, il n'existe aucune machine pour la préparation de cette plante.

Le *Coton* est cultivé au Mexique sur les côtes des deux océans et à l'intérieur du pays dans certains districts des États de Chihuahua, Coahuila, Nuevo-Leon et Durango. Si l'on considère tous les terrains placés dans les conditions les plus favorables à sa culture, la République mexicaine pourrait facilement devenir la rivale des États-

1. La vara égale $0^m,70$ en surface.

Unis et des Indes. De temps immémorial, le coton y a été l'objet d'une exploitation importante, qui était beaucoup plus considérable sous la monarchie aztèque que de nos jours : l'usage des vêtements en coton était en effet général chez les anciens Mexicains, et, au début de ce siècle, le coton valait, à Vera-Cruz, trois ou quatre fois moins que partout ailleurs; mais le Mexique, au point de vue agricole, est resté stationnaire ou même a reculé de telle façon que non seulement il ne compte pas aujourd'hui parmi les pays qui exportent du coton, mais encore qu'il est obligé d'en acheter chaque année aux États-Unis. La supériorité du coton mexicain, de celui de Vera-Cruz notamment, sur le coton américain paraît cependant suffisamment prouvée par ce fait qu'il suffit de 130 à 140 plants de coton de Tlacotalpam pour obtenir une livre de filament, tandis qu'au Texas, il faut plus de 200 plants pour obtenir la même quantité. Dans l'État de Guerrero, la différence en faveur du coton mexicain est encore plus grande, quoiqu'on y fasse à peine usage de la charrue pour sa culture et l'on peut dire que, sauf dans les États de Vera-Cruz, Durango, Chihuahua et Coahuila, les méthodes de culture sont tout aussi primitives que dans le Guerrero.

Le meilleur coton du Mexique est celui du district d'Acapulco (Guerrero), dont la fibre atteint une longueur de 37 millimètres, et le plus mauvais, celui de Simojovel (Chiapas), qui ne mesure que 26 millimètres et demi. La longueur de la fibre des cotons de San-Pedro (Coahuila) et de Lerdo (Durango) atteint 35 millimètres. Le coton du canton de Vera-Cruz atteint 34 millimètres; ceux de Jalapa (Vera-Cruz), de Santa-Rosalia (Chihuahua) et Guaymas (Sonora) ont 20 millimètres et demi. Le coton de Mazatlan mesure 28 millimètres, celui de Tepic, 31, celui de Colima et de l'État de Oajaca, 32.

Dans l'État de Michoacan et dans quelques autres on cultive un coton en arbre dont la fibre atteint 29 millimètres.

La production annuelle du coton au Mexique est, d'après les dernières statistiques, la suivante :

		KILOGR.
Zone	du Golfe	20 000 000
	du Pacifique	12 000 000
	intérieure	13 000 000
	TOTAL	45 000 000

Dans la zone du golfe du Mexique, c'est l'État de Vera-Cruz où les terres propres à cette culture abondent le plus. Les districts les plus productifs sont : Cosamaloapam avec 1 392 000 kilogr. ; Tantoyuca avec 1 152 000 ; Tuxpam, 1 200 000 et les Tuxtlas, 1 008 000. Ces chiffres, qui étaient ceux de la production il y a quatre ans, ont presque triplé depuis lors.

Sur le versant du Pacifique, la culture du coton comprend presque sans interruption tout le littoral. Dans l'État de Sonora les vallées du Yaqui et Mayo ; dans le Sinaloa, la vallée de la Fuerte ; à Tepic spécialement et à Santiago, les terres sont d'une fertilité étonnante. Il n'est pas rare, en effet, d'y voir une récolte de 300 à 400 *arrobas* (3 750 kilogr.) sur une *fanega* en culture (0^{hect},566).

Dans la vallée de Santiago (Tepic) seulement on pourrait cultiver cinq fois autant de terres qu'aujourd'hui et on pourrait facilement arriver à leur faire produire 1 million de kilogrammes.

Les États de Jalisco, Michoacan et ceux de Oaxaca et Guerrero sont les plus favorisés par la nature. Ce dernier État a été, lors de l'établissement des premières fabriques de tissus de coton, le principal fournisseur de cette matière première. L'établissement des voies ferrées a été favorable aux autres zones productives.

Dans l'État de Oaxaca, les districts les plus propres pour la culture et les plus productifs sont : Pochutla, Tehuantepec, Juchitan, Tuxtepec, Jamiltepec. Ce dernier récoltait déjà en 1885 90 000 kilogrammes de coton. Un fait très intéressant démontre les conditions de supériorité de l'État de Oaxaca pour la production du coton. Il y a eu une époque à laquelle toutes les plantations du coton ont été perdues dans le pays. Le Oaxaca seul a résisté aux causes de destruction et on peut affirmer que tout le coton cultivé à présent dans la République mexicaine a été fourni par les graines de Oaxaca.

L'État de Chiapas est aussi un producteur d'avenir, mais son éloignement et son isolement l'ont empêché de prendre son essor. Dans l'intérieur du pays, bien qu'il n'existe aucune zone continue propice à la culture du coton, il y a néanmoins des centres producteurs ou capables de le devenir. Dans les États de Chihuahua, Durango, Coahuila et Nuevo-Leon, la récolte a été en dernier lieu de

1 500 000 kilogr. A Durango, région que les débordements du Nazas, le Nil mexicain, fertilisent, la production a atteint 5 millions de kilogrammes, à Coahuila, 1 million environ.

Le chemin de fer central, pour le pays de Durango, le Chihuahua et le Jalisco ; le chemin de fer national, pour le Michoacan et la côte du Pacifique ; le chemin de fer interocéanique, pour le Guerrero et le Morelos feront entrer la culture du coton dans une voie de prospérité dont il est difficile de préciser les limites. C'est donc, pour les républicains mexicains, le moment de développer la construction des chemins de fer côtiers qui puissent permettre l'exploitation des zones les plus riches et faciliter l'exportation des produits. L'avenir du coton mexicain en effet n'est pas précisément dans les besoins de la consommation intérieure, bien qu'elle soit très considérable et susceptible d'augmenter : le véritable avenir de la culture du coton est dans le développement de l'exportation.

Il est encore plus économique de porter par navire le coton à la Nouvelle-Orléans ou à Liverpool que de le transporter par voie de terre à Mexico ; et comme la consommation étrangère est illimitée, le tout dépend du prix de revient du coton au Mexique où le coût de production et les rendements des récoltes sont incontestablement des plus favorables.

Sur les côtes de l'Atlantique et du Pacifique, le coût d'une fanega de culture de coton faite à la main est de 60 piastres et l'on récolte 200 arrobas, valant 200 piastres, puisque l'arroba se vend au minimum une piastre. Si l'on ajoute les frais indispensables pour le dépouillement du grain et ceux du pressage, on peut obtenir du coton dont le coût des 100 kilogr. varie entre 12 et 14 piastres. Ce coton est généralement d'une qualité supérieure, au dire des Mexicains, à celui des États-Unis que l'on vend dans les plantations 18 piastres ; il peut être transporté à la Nouvelle-Orléans presque pour rien, les frets de retour étant insignifiants.

La culture du coton sur les côtes mexicaines paraîtrait donc devoir être rémunératrice pour les capitaux employés à construire un simple chemin de fer Decauville de la plantation à Tuxpam, ou à Vera-Cruz, ou à Tampico sur l'Atlantique, ou bien à Acapulco, Zihuatanejo, San-Blas ou Manzanillo sur le Pacifique.

Voici, du reste, les prix de 100 kilogr. de coton dans quelques États de la République au mois d'août 1889 :

	PIASTRES.
Durango	30
Colima	36
Mexico	40

La *Ramie* (*Urtica nivea*) est une plante dont les tiges ont de trois à cinq pieds de hauteur. Le climat le plus propice à sa culture est le climat chaud, soit une moyenne de température de 20 degrés centigrades et une altitude de 800 pieds à peu près au-dessus du niveau de la mer. Les terres doivent être humides ou irrigables, riches en *humus* et parfaitement perméables, afin que l'humidité accumulée ne fasse pas pourrir les racines. Bien qu'analogue au chanvre, la ramie semble lui être préférable puisqu'elle est pérenne. On s'accorde assez à reconnaître que la fibre de la ramie est supérieure aux autres fibres végétales, comme longueur, comme résistance et comme beauté ; elle est fine, soyeuse et brillante. Elle se prête, non seulement à la fabrication d'articles de cordellerie, mais aussi au tissage et à la fabrication des mouchoirs, des rideaux, de la tapisserie, de la bonneterie, du linge de table et, en somme, elle pourrait être substituée au coton, au lin, au chanvre. Elle peut être mêlée à la laine pour la fabrication des *mérinos* et même des draps. Les importations en Angleterre, qui étaient de 7 646 507 livres, ont décuplé depuis lors.

Dans le Yorkshire, plus de 70 usines sont consacrées à la manufacture de la fibre et de la ramie et elles exportent une quantité considérable de leurs produits aux États-Unis. Les conditions générales de climat et de latitude du Mexique sont on ne peut plus favorables à la culture dont nous nous occupons. En effet, la latitude est un des facteurs les plus favorables au développement de la plante. La longueur varie de trois à six pieds sous cette influence, et 2 degrés de latitude font varier la longueur de 100 p. 100. Ainsi, à Avignon, à 44 degrés de latitude, la longueur de la fibre est de 0,88 de yard, et à Gérone, en Espagne, à 42 degrés, elle est de 2,10 yards. Au Mexique qui est compris entre le 15e degré et le 42e degré de lati-

tude, la fibre de la ramie peut atteindre une longueur considérable.

La richesse en humus des terres du Mexique, spécialement celles de la côte, ne laisse rien à désirer. L'irrigation et la perméabilité du sol sont assurées sur les côtes, lesquelles sont abritées par les montagnes, ce qui est convenable pour la culture de cette plante. Il est facile de trouver, dans le fond des innombrables et fertiles vallées de la Cordillère, les terrains les plus favorables à cette culture.

Rien n'est plus simple ni plus économique que la culture de la ramie, qui, du reste, a été décrite dans plusieurs traités spéciaux. Comme la plante est persistante, une fois développée, elle peut donner des récoltes pendant plusieurs années et non seulement la fibre ne perd pas en vieillissant, mais elle gagne, au contraire, en finesse et surtout en résistance avec l'âge, à tel point que la première coupe ne s'utilise presque jamais. Le nombre de coupes par année varie avec le climat. Dans les pays chauds, ce nombre peut aller jusqu'à 4 ou 5. Au Mexique, on peut généralement faire trois coupes, au minimum.

Le calcul du coût et des bénéfices qu'on peut obtenir dans cette culture, d'après les documents publiés par le Ministère des Travaux publics du Mexique, pour une lieue carrée de culture produisant une moyenne de 1 936 tonnes de ramie, donne en piastres le résultat suivant :

Préparation des terres, plantation des racines et nettoyage pendant le développement de la plante			29 537,40
Coupe et dépouillement des tiges			67 989,84
Transport des tiges jusqu'aux machines			30 250,00
Extraction de la fibre.	Salaires	7 549	9 548,00
	Combustible	2 000	
Emballage			10 164,00
Transport jusqu'au chemin de fer (1 936 tonnes)			5 782,00
Chemin de fer à Vera-Cruz			13 126,00
Embarquement (service des chalands)			1 936,00
Fret de Vera-Cruz à New-York			32 254,50
Assurance contre les risques de mer			2 420,00
TOTAL du coût de la récolte transportée à New-York (en piastres)			202 078,12

Résultats.

Produit de la vente de 1 936 tonnes de ramie, à New-York, à 250 piastres (L. 50) la tonne	484 000,00
Prime de l'or sur New-York en traites à 60 jours (15 p. 100)[1]. .	72 600,00
TOTAL (en piastres).	556 600,00
A déduire : commissions et garanties de la vente, etc.	27 830,00
Coût de production, etc.	202 078,00
BÉNÉFICES NETS (en piastres).	326 692,00

Voyons à présent quel est le capital nécessaire, toujours d'après les documents officiels, pour obtenir ces bénéfices :

Préparation, plantation, culture, extraction, transport, etc. . . .	202 078,12
Machines pour l'extraction et le nettoyage de la fibre, deux petits moteurs à vapeur, pompes, presses, etc	30 000,00
CAPITAL TOTAL (en piastres)	232 078,12

Les bénéfices sont donc le 145 p. 100 du capital de roulement.

En admettant que la lieue carrée de terre ait coûté 100 000 piastres, chiffre presque fantastique, même pour l'État de Vera-Cruz, et en affectant à l'amortissement la moitié des bénéfices nets, soit 47 307 piastres, on aurait remboursé le capital au bout de deux ans et demi, et pendant ce temps on aurait un revenu net de 11 p. 100; en trois ans on aurait amorti le capital. On aurait une plantation donnant un revenu de 94 000 piastres ou 22 p. 100 du capital employé ; capitalisé à 6 p. 100, le revenu représenterait 1 500 000 piastres.

L'hectare des terrains nationaux, de première classe, vaut 2 piastres 75 à Vera-Cruz ; le prix d'une lieue carrée (1 755^{hect},61) est donc de 4 829 piastres 72 ; sur ce prix on peut obtenir du Gouvernement le paiement d'une partie, la moitié, en papier de la dette intérieure pour sa valeur nominale valant (en 1889) 31 p. 100, ce qui réduit énormément le capital de premier établissement. Une Compagnie sérieuse et solvable pourrait encore obtenir d'autres avantages que le Gouvernement accorde toujours au capital destiné

1. Cette prime est sortable. Les chiffres ci-dessus se rapportent à 1889.

à augmenter la richesse publique, surtout s'il s'agit d'une combinaison dans laquelle la colonisation entre pour une part.

Dans ces conditions, on s'étonne que la ramie ne soit pas exploitée au Mexique sur une grande échelle, et qu'on en soit encore aux essais. Et ce n'est pas que les épreuves qu'on a faites n'aient donné des résultats satisfaisants : au contraire, partout où l'on a semé la ramie, à Puebla, à Vera-Cruz, en Sonora, on a obtenu tout ce qu'on pouvait désirer.

La cause, d'après les économistes mexicains, qui fait qu'on en est resté aux expériences est d'abord que la ramie est un produit d'exportation et qu'il ne faut pas aller la planter loin des côtes, et ensuite qu'on n'a pas osé risquer un capital suffisant pour une culture industrielle.

Zacaton (chiendent). — Le zacaton est une plante sylvestre que l'on trouve en abondance à Huamantla, S. Andres Chalchicamula, Perote, S. Felipe del Obraje, et dans plusieurs endroits de climat froid.

La racine de chiendent est très estimée sur les marchés européens et nord-américains pour la fabrication des brosses, balais, etc. Non seulement elle n'a besoin d'aucune culture, mais, au contraire, c'est une mauvaise herbe dont il faut purger les champs, sous peine de ne pouvoir les utiliser pour d'autres cultures. La quantité des terres abandonnées est très considérable au Mexique et, par conséquent, la réserve du chiendent y est énorme. Il n'y a pas longtemps, les propriétaires de terres payaient pour faire arracher le chiendent ; à présent, et grâce au développement considérable de l'industrie qui utilise cette plante, les industriels sont forcés de payer le droit de l'arrachage ; mais c'est une dépense insignifiante.

De 1884 à 1885, l'exportation du *zacaton* (chiendent) s'est faite exclusivement par le port de Vera-Cruz. Elle est montée à 800 000 kilogr. avec une valeur de 125 000 piastres. Cette quantité atteint presque le double actuellement.

A ce qu'il paraît, la cause qui avait empêché le développement de cette branche de l'exportation a été jusqu'ici l'imperfection des moyens employés pour arracher la plante, la nettoyer et l'emballer. M. Charles Baur, un Français, a monté, sur une grande échelle, une

exploitation de chiendent sur les versants du Popocatepetl et du Yxtaeihualt, dans laquelle il emploie plus de cinq cents ouvriers. Les échantillons qu'il avait exposés au Champ de Mars ne laissaient rien à désirer. La fibre en est très blanche, très propre et l'emballage est soigné.

Le capital nécessaire pour s'établir est insignifiant, et le coût de production minime. Le prix aux lieux d'extraction revient de 14 à 15 piastres les 100 kilogr. ce qui représente à peu près 15 p. 100 du coût total de production.

Café. — Le Mexique, qui compte à peine comme pays exportateur du café, pourrait facilement en fournir à lui seul autant que tous les autres pays producteurs réunis, sauf le Brésil. Le café pousse au Mexique dans toute la zone tempérée et en terre chaude; le café mexicain est de très bonne qualité : à l'Exposition de Philadelphie, le célèbre café d'Uruapam a été classé comme égal à celui de Moka; celui de Colima est aussi très estimé; Orizaba, Cordova, vendent chaque année leur récolte aux États-Unis, où elle est très demandée. Quelques chiffres feront comprendre l'importance qui doit être attachée au Mexique à la culture du café, qui a pris d'autant plus de développement que la hausse des prix du café s'est accentuée davantage sur toutes les places. Voici les prix du café par 100 kilogr. dans le mois d'août 1888 sur divers points du pays :

États de : Colima, 54 piastres; Coahuila, 56 piastres; Chihuahua, 60 piastres; Sinaloa, 78 piastres; Vera-Cruz, 46 piastres; Jalisco, 50 piastres; Tabasco, 38 piastres; Chiapas, 28 piastres; Michoacan, 40 piastres.

Si l'on réfléchit que presque tous ces États, et spécialement ceux de Vera-Cruz, Michoacan, Jalisco, Tabasco et Chiapas, sont producteurs de café, on comprendra tout de suite que la demande intérieure de ce produit est disproportionnée avec la production, puisque les prix sont au moins le quadruple du coût de production.

Ne fût-ce que pour offrir à la consommation intérieure, la culture du café est une culture des plus productives et des plus sûres du Mexique.

Quant à l'avenir de l'exportation, il est considérable.

Les États-Unis du Nord ont importé, dans l'année 1887-1888, pour 60 307 000 piastres de café, et les provenances du Mexique ne figurent dans ce chiffre que pour 2 112 000 piastres. Le Brésil a importé aux États-Unis pour 33 460 000 piastres de café et le seul État de Oaxaca est capable de produire autant que le Brésil et à des prix presque moitié plus bas. En effet, le coût de production de 100 kilogr. de café oscille dans le reste de l'Amérique entre 10 et 15 piastres, et au Mexique, et particulièrement à Oaxaca, il n'est que de 6 à 7 piastres.

Du reste le café mexicain est plus estimé sur le grand marché américain que n'importe quel autre du monde et y atteint des prix plus élevés que celui du Brésil notamment.

Ces prix, dans les dernières années, ont été de 50 à 55 piastres les 100 kilogr.

Si l'on est au courant des circonstances et conditions locales, on peut semer le café à Oaxaca avec un coût minimum de 0,05 piastre par plante, en y comprenant le prix de la terre et tous les frais jusqu'à la quatrième année, c'est-à-dire jusqu'à la première récolte. Mais il serait téméraire de se baser sur ce chiffre qui suppose une connaissance parfaite des circonstances locales. Il est préférable de prendre pour point de départ le coût maximum qui est de 0,10 piastre par plante, tous frais compris. Dans ce cas, le capital nécessaire pour 500 000 plantes et pour attendre qu'elles soient en plein rendement, est de 50 000 piastres soit 12 500 piastres par an. A la fin de la troisième année on obtient déjà une récolte minimum d'une demi-livre par plante, ou 1 750 hectolitres qui, au prix dérisoire de 20 piastres les 100 kilogr., donnent 25 000 piastres, soit 66 p. 100 du capital jusqu'alors engagé. A la fin de la quatrième année chaque plante produit une livre de café. La récolte totale se chiffre par 230 000 kilogr. ou 50 000 piastres. En supposant qu'on ait dépensé pour la récolte et pour les frais généraux les 25 000 piastres provenant de la première récolte, à la fin de la quatrième année, on est rentré dans les 50 000 piastres avancées et on possède une plantation qui vaut au moins 500 000 piastres et qui est en plein rendement.

L'État de Michoacan est aussi un producteur considérable du

café le plus estimé partout : le café Uruapam ; il dispose d'une ligne de chemin de fer qui le relie à la capitale du Mexique.

L'État de Colima jouit de l'avantage de la proximité du port de Manzanillo, auquel il ne tardera pas à être relié par le chemin de fer en construction qui s'avance déjà jusqu'à Tecoman.

En somme, pour le moment, c'est l'État de Oaxaca qui est le moins bien doté ; c'est pour cela que nous l'avons cité particulièrement.

On peut admettre en moyenne, pour évaluer le produit de la culture du café, qu'une plantation de 100 000 plants coûtera : prix d'achat du terrain, des bœufs, des instruments d'agriculture et frais de culture :

	PIASTRES.
Première année	5 567
Deuxième année	5 414
Troisième annnée	1 754
Quatrième année	3 000
Machine à nettoyer le café	2 000
TOTAL	17 735

A la fin de la troisième année, la plantation commence à donner environ 250 gr. de café par chaque plant ; chaque plant donne ensuite, au minimum, 500 gr. par an et les frais de culture s'élèvent à 5 centavos. Les résultats définitifs d'une exploitation de ce genre au Mexique et dans d'autres pays ont été établis dans le tableau comparatif suivant, par M. Romero, ancien ministre des finances du Mexique, grand propriétaire dans l'État de Chiapas :

DÉSIGNATION.	DANS L'INDE.	A CEYLAN.	AU MEXIQUE.
	Piastre.	Piastre.	Piastre.
Coût d'un plant de café	0,20 1/2	0,23	0,12
Produit annuel en livres d'un plant de café	0,4563	0,4563	0,500
Frais de culture d'un plant de café	0,04	0,03 1/2	0,05
Bénéfice net, sur le capital engagé	25.49 p. 100	25.15 p. 100	90 p. 100

Caoutchouc. — Jusqu'à présent, l'exploitation du caoutchouc a consisté, au Mexique, dans l'extraction de la gomme que les Indiens recueillent, d'une façon tout à fait primitive, dans les forêts où ils trouvent les arbres qui la produisent. Mais les plantes elles-mêmes

n'ont pas été jusqu'ici cultivées, ni l'extraction de la gomme soumise à une exploitation rationnelle. Les Indiens piquent les arbres comme ils l'entendent, recueillent la sève dans le creux d'un morceau d'écorce ou dans un pot, la font bouillir et le caoutchouc, réduit en boules, est porté au marché. Le caoutchouc mexicain mérite, néanmoins, d'être pris en considération. Les plantes qui le produisent se trouvent en quantités considérables dans toutes les forêts des terres chaudes, et spécialement dans celles des États de Vera-Cruz, Tamaulipas, Tabasco, et du côté du Pacifique, sur les côtes des États de Guerrero, Oaxaca, Tepic, Chiapas, etc. Elles croissent aussi dans les États de Michoacan et de Colima.

Les États-Unis ont importé, en 1888, pour 16 millions de piastres de caoutchouc, dans lesquels le Mexique figurait seulement pour la somme de 131 000 piastres et le Brésil pour 10 millions. Comme pour le café, comme pour le sucre, le Brésil, quoique beaucoup plus éloigné des ports des États-Unis, l'emporte cependant sur le Mexique qui est à la porte du marché, sans que la qualité des produits entre en ligne de compte. Pour se faire une idée de l'importance que l'exploitation du caoutchouc peut atteindre et des bénéfices qu'on en peut retirer au Mexique, supposons que ces arbres sont l'objet d'une culture régulière; le calcul est fait pour une plantation de 1 000 arbres, sur un terrain d'une étendue de 141 cordes, mesure locale qui équivaut à 6 hectares et demi:

	PIASTRES.
Achat du terrain, à une piastre l'hectare	6,50
Défrichement	70,50
Plantation	35,25
Cinq binages en six ans	76,25
TOTAL	188,50

Pour 10 000 arbres, le chiffre des dépenses sera de 1 885 piastres. Ces 10 000 arbres donneront 6 livres de lait chacun, soit 60 000 livres qui, par la concentration, perdront au maximum 56 p. 100 et donneront 26 400 livres de caoutchouc, dont l'élaboration aura coûté 0 p. 03 par livre, soit 792 piastres. Le caoutchouc, vendu à 0 p. 30 sur place, donne 7 930 piastres, dont il faut déduire les frais, 3 677 piastres. Bénéfice net, 4 243 piastres. En six ans on aura donc

payé un terrain apte à produire annuellement 26 400 livres de caoutchouc et fait le bénéfice que nous venons d'indiquer. A partir de la septième année le revenu sera de 7 920 piastres, montant du caoutchouc, moins les frais d'élaboration, soit net 7 128 piastres.

Fruits tropicaux : oranges, ananas, bananes, etc. — Ces sortes de fruits offrent un vaste champ à la culture, par les exceptionnelles conditions de bon marché dans lesquelles ils se produisent et par les hauts prix qu'ils atteignent aux États-Unis du Nord qui en consomment énormément.

Les prix ont été pour l'année 1887-1888 les suivants :

Oranges : le millier, 2 p. 50 à 3 piastres en 1887 et 3 à 4 piastres en 1888.

Bananes : le régime, 2 p. 50 à 3 piastres.

Ananas : la douzaine, 5 à 6 piastres.

Limas (espèce de citron doux) : la caisse, 5 à 6 piastres.

Citrons : la caisse, 5 piastres à 6 p. 50.

Tamar indien : le kilogramme, 0 p. 20 et 0 p. 22.

Ces prix sont encore plus remarquables quand on les compare à ceux des fruits similaires des États-Unis ; ainsi, par exemple, les *limas* de la Californie se vendent à 1 p. 50 la caisse, tandis que ceux du Mexique atteignent 6 et 7 piastres, c'est-à-dire un prix cinq fois plus élevé. Les oranges de la Californie se vendent à 1 et 2 piastres la caisse et celles du Mexique 3 p. 25.

L'État de Sonora a exporté, en 1887-1888, 3 millions d'oranges à 10 piastres le mille aux lieux de production.

Voyons ce que peut coûter la culture de ces sortes de fruits. Tout le littoral mexicain produit spontanément ces fruits et en très grande abondance, le bananier et l'oranger étant la caractéristique de la flore de ces régions. Dans les terres situées près de la mer, à 600 ou 700 mètres d'altitude, on peut faire de vastes plantations de bananiers aux prix de 0 p. 05 par plant, tous frais compris, jusqu'au moment de la production. A la fin de la première année, le bananier produit déjà un régime qui peut être vendu aux États-Unis 2 p. 50 ou 3 piastres. Un millier de bananiers qui ont coûté 50 piastres produisent 1 000 piastres (*minimum*) au bout d'un an. L'année sui-

vante, le rendement de chaque plante est au moins le double, et presque sans frais. C'est presque incroyable, et pourtant c'est l'exacte vérité. Ce sont justement ces résultats qui faisaient dire au journal *Estrella de Panama :* « En avant le bananier ». L'exportation des Antilles et de l'Amérique centrale se chiffre par millions de dollars.

C'est à peu près le cas pour l'oranger. Un seul homme peut cultiver de ses propres mains 3 et même 4 hectares d'orangers. Le rendement dans la zone tropicale mexicaine d'un oranger peut aller jusqu'à 5 000 oranges ; si nous prenons un chiffre plus bas de moitié, 2 500 oranges, le rendement de chaque arbre sera de 25 piastres, et par hectare (175 arbres), 4 275 piastres, soit, dans la plantation de 3 hectares 12 825 piastres.

Un hectare planté d'ananas produit facilement 10 000 fruits. La récolte du maïs, qui se plante au milieu des plants d'ananas, paye amplement les frais de la culture.

Les 10 000 ananas ne coûtent absolument rien. Sur les lieux de production les ananas se vendent 0 p. 38 la douzaine ; mais exportés aux États-Unis, ils atteignent 6 piastres la douzaine, soit 5 000 piastres de revenu net par hectare cultivé, et un homme peut aisément en cultiver deux.

Les facilités sont grandes pour l'exportation de ces sortes de produits. Les lignes de vapeurs qui touchent deux fois par mois aux ports principaux du Pacifique, et plus souvent encore ceux du golfe du Mexique peuvent embarquer ces produits pour les États-Unis à des conditions de fret très avantageuses. En effet, le fret de retour est pour ces vapeurs une véritable aubaine et par conséquent ils font, afin d'obtenir des chargements, des rabais très considérables sur leurs tarifs. M. Carlos Gris, aux publications duquel nous faisons de nombreux emprunts, affirme que ces cultures peuvent se passer même des chemins de fer. Il faut seulement choisir le terrain près d'un port pour être en mesure d'exporter. Il affirmait et prouvait dernièrement, dans une lettre adressée au *Courrier du Mexique,* qu'avec 6 piastres de dépense, il avait acquis 2 hectares de terre et planté 400 orangers. Il lui avait suffi d'adresser au Ministère des travaux publics et à l'administration du cadastre de Oaxaca, à Mexico, une demande d'achat de deux hectares, soit 2 piastres les

deux. Il planta en pépinière les noyaux de quelques sous d'oranges, qu'il transplanta au moment opportun. En attendant il put semer du coton, du tabac, du maïs, et obtenir une récolte. Aujourd'hui, il possède ces deux hectares avec 400 orangers, et il peut y semer et récolter d'autres produits. Les frais de transplantation et de culture de ces orangers, valeur de la terre comprise, se sont élevés à 6 piastres.

Le Tabac. — Pour se faire une idée de l'importance que peut avoir la culture du tabac au Mexique, il faut entrer, au préalable, dans certaines considérations.

Tout le monde considère le tabac de la Havane comme le meilleur; étant plus cher, il est d'autant plus recherché. Pendant de longues années, la Havane a fourni le tabac aux amateurs du monde entier. A Paris comme à Londres, à Vienne comme à Saint-Pétersbourg, tout amateur de bon tabac et consentant à le bien payer, a préféré le tabac havanais à n'importe quel autre. Sous l'influence d'une demande toujours croissante, les planteurs de tabac de Cuba ont été forcés de produire chaque jour davantage et de forcer la production en la portant à ses dernières limites. Malgré d'intelligents efforts, l'épuisement du sol est survenu, la production des feuilles choisies s'est restreinte au fur et à mesure, et il reste toujours une partie de la demande à satisfaire. Les prix ont monté et maintenant les fumeurs sont obligés de payer des prix excessifs les cigares de choix. Il n'est pas facile de trouver un remède au mal. Des tentatives ont été faites un peu partout : à Java, à Sumatra, aux États-Unis, pour livrer à la consommation un tabac qui, comparable à celui de Cuba en qualité et en aspect, soit à la portée des fumeurs qui ne disposent pas de ressources extraordinaires. Il semblait que dans toute la terre il n'y avait qu'un petit coin dont l'ensemble des conditions fût propice à la production de ces feuilles fines, soyeuses, aromatiques et savoureuses de la Vuelta-Abajo, surtout les feuilles de *capa ;* celles qu'on emploie pour envelopper les cigares (robes).

Vers 1868, pendant la guerre de Cuba, quelques réfugiés cubains commencèrent à fabriquer des cigares au Mexique. On y avait toujours planté du tabac et fabriqué des cigares, mais on n'en avait

presque pas exporté. Peu après, les premiers cigares mexicains arrivèrent à Londres. Ils avaient une mauvaise apparence, mais ils brûlaient bien et avaient un parfum très agréable. Un journal de Londres, *The Tabacco,* se montra émerveillé des progrès accomplis au Mexique dans la fabrication des cigares, des qualités exceptionnelles du tabac de cette provenance et aussi de l'accroissement de la demande et de la hausse des prix. C'est en effet à partir de la guerre de Cuba que commença pour le Mexique ce qu'on pourrait appeler l'ère du tabac. C'est aux procédés de fabrication que les émigrés cubains importèrent au Mexique que l'on doit les progrès croissants qu'on a faits dans cette branche de la production nationale. Actuellement et surtout après l'Exposition, l'avenir des tabacs mexicains semble fixé. Ils paraissent appelés à combler la lacune que laisse la diminution de la production de Cuba ; ils sont appelés à fournir du tabac, égal en qualité à celui de la Havane, mais à meilleur marché. Les marchés d'Anvers et de Hambourg leur sont acquis.

Voici ce que disait à ce propos le consul du Mexique à Hambourg, dans le courant de 1889.

Tabacs en feuilles. — Le marché a été très animé à l'égard des tabacs du Mexique, et ces derniers ont obtenus de bons prix. Il en a été vendu dans le mois 400 balles, dont 110 de cape achetées au prix de 2,30 M. la livre (soit $ 20 l'arrobe). La demande est très active, et récemment l'on a encore dû faire venir d'Anvers divers lots de provenance mexicaine. Comme on a positivement besoin de nos tabacs sur la place, il est regrettable qu'il n'en arrive pas davantage. Le commerce de Hambourg leur prédit un grand avenir, à une époque peu éloignée, si les exportateurs soignent le triage par classes et par couleurs, et évitent le mélange avec des qualités inférieures dans le but d'augmenter le poids des balles.

Tabacs fabriqués. — On a importé à Hambourg, au mois de mars, quelques milliers de cigares présentant encore les défauts déjà signalés dans nos revues antérieures. La confection est bonne, et les modules plaisent ici par leurs dimensions; mais la mise en boîte est encore très défectueuse. Des caissons marqués *colorado* ou *colorado claro*, nuances recherchées de préférence sur ce marché, parce que le cigare est plus doux à fumer, montrent en réalité, à l'ouverture, les couleurs *colorado maduro* et même parfois *maduro oscuro*. En outre, la majeure partie de ces cigares sont emballés sous des marques havanaises, et c'est là un grand tort.

La régie française a déclaré, paraît-il, après avoir examiné un lot de tabac mexicain qui lui était présenté par M. Gabarrot, un Français planteur et fabricant au Mexique, que *jamais elle n'avait vu de tabac mexicain aussi beau, aussi bien classé*. En effet, le seul obstacle que la régie française avait mis à l'admission des tabacs mexicains avait été jusqu'à présent les défauts du classement. Grâce aux efforts de M. Schnetz, ancien employé de la régie et aujourd'hui planteur au Mexique, ainsi qu'à ceux du Ministère des travaux publics du Mexique, les planteurs se préoccupent déjà de faire un bon classement de leurs produits et ils y ont fait des progrès réels. Le jour où le classement ne laissera rien à désirer, ce qui est en somme très facile à obtenir, la régie française achètera de grandes quantités de tabac mexicain. Les autres régies d'Europe en feront alors autant, c'est certain. On voit que ce n'est pas le marché qui manque au tabac mexicain, c'est plutôt le tabac qui manque au marché ; la production actuelle, bien que considérablement accrue, est absolument insuffisante pour couvrir la demande. Dernièrement, on est allé redemander à Anvers du tabac qu'on y avait expédié pour satisfaire Hambourg qui en réclamait davantage. Dans un seul mois du printemps 1889, cette dernière place a demandé plus qu'elle ne l'avait fait dans l'espace d'une des années précédentes.

Cette insuffisance de la production ne dépend ni de l'épuisement ni du manque de terres propres à la culture du tabac. Il est vrai qu'on ne peut planter et récolter de bon tabac partout, mais il est certain que les terres propres à cette culture abondent au Mexique sur toutes les côtes et même dans les terres chaudes de l'intérieur qui, pour la plupart, n'ont même pas été entamées.

Les limites que nous nous sommes imposées dans ce rapport nous empêchent d'entrer dans des développements concernant la culture du tabac et les procédés de fabrication. Nous renvoyons le lecteur à l'intéressant mémoire qu'un de nos compatriotes, M. Louis Lejeune, a écrit sur le tabac mexicain[1], mémoire duquel nous extrayons les calculs comparatifs entre la culture d'un hectare de tabac à Cuba et

1. Voir *Annales de la science agronomique française et étrangère*, t. I. Berger-Levrault et Cie, 1887.

à Santa-Rosa (État de Vera-Cruz) dans la plantation de MM. Schnetz et Lévy, Français, et Cid de Leon, Mexicain.

Frais d'installation à Cuba (par hectare).

Bœufs de labour et instruments agricoles	100f,00c
Séchoirs	1 000 ,00
Routes et matériel de transports	200 ,00
TOTAL	1 300f,00c

Frais à Santa-Rosa (par hectare).

Instruments agricoles	12f,00c
Séchoirs	47 ,00
Routes	145 ,00
Matériel de transport	50 ,00
Établissement d'un magasin	220 ,00
Contremaîtres cubains	132 ,00
Voyages, etc.	66 ,00
TOTAL	672f,00c

Frais annuels à Cuba (par hectare).

Intérêt 6 p. 100 sur 1 300 fr.	78f,00c
Amortissement de la valeur du matériel	106 ,00
Main-d'œuvre	855 ,00
Guano et autres engrais	300 ,00
Rente de la terre, impôts	Mémoire.
TOTAL	1 339f,00c

Frais annuels à Santa-Rosa (par hectare).

Intérêt 6 p. 100 de 672 fr.		40f,32c
Amortissement de la valeur du matériel :		
1/5 sur 12 fr.	2f,40c	
1/5 sur 47 fr.	6 ,40	28 ,30
1/10 sur 195 fr.	19 ,50	
Main-d'œuvre		990 ,00
TOTAL		1 058f,62c

Ces chiffres prouvent que l'établissement et la culture du tabac dans les vallées du haut Papaloapam (Vera-Cruz) coûte moins cher qu'à Cuba. Rapporte-t-elle plus qu'à Cuba? Oui, et dès la première année. « Dans la *Vuelta-Abajo,* dit M. Schnetz, l'hectare de plantation de tabac ne rapporte, en moyenne, que dix balles de tabac. On

obtiendra certainement davantage dans des terres nouvelles, car celles de Cuba sont épuisées. On peut admettre 50 kilogr. comme poids moyen d'une balle. Le prix du tabac à la Havane varie entre 40 et 50 piastres, selon qualité. » D'où il résulte qu'un hectare, coûtant 1 336 fr. de frais annuels et 1 300 fr. de frais d'installation, rapporte 500 kilogr. de tabac à 6 fr. le kilogr., soit 3 000 fr. Or, en 1885, à Santa-Rosa, un hectare coûtant 672 fr. pour frais de première installation, et 1 058 fr. pour dépenses courantes, a donné 2 000 kilogr. à 5 fr. le kilogramme au moins, soit 10 000 fr. A la *Vuelta-Abajo*, comme à Santa-Rosa, le maïs qu'on sème après le tabac couvre les frais des deux cultures. Le produit de la vente du tabac est donc un bénéfice net. De plus, les transports coûtent meilleur marché à Santa-Rosa qu'à Cuba. A Cuba, la tonne transportée de la *Vuelta-Abajo* à la Havane coûte 200 fr., tandis que de Santa-Rosa à Vera-Cruz elle ne coûte que 100 fr.

Dans ses calculs, M. Lejeune avait pris pour base la valeur de la piastre d'alors, soit 4 fr. 40 c. A présent que la piastre ne vaut que 3 fr. 70 c. et tend à baisser de nouveau, les résultats sont encore supérieurs à ceux qu'on a montrés. Aux 1 039 fr. de frais annuels à *Vuelta-Abajo*, il faut ajouter l'achat de la terre et les impôts qui sont si lourds à Cuba, tandis qu'ils sont insignifiants au Mexique.

Voici donc encore une exploitation considérable à conseiller et à laquelle il n'a manqué jusqu'ici que le capital pour la faire prospérer. Une compagnie pourrait acheter au gouvernement des terres magnifiques dans les États de Vera-Cruz, Oaxaca, Guerrero et Chapias, à des prix très bas (2 fr. 75 c. l'hectare, maximum), et entreprendre avec plein succès la culture du tabac avec des contremaîtres cubains dont les frais de voyage et les salaires grèveraient de 132 fr. chaque hectare. Les manœuvres indiens sont très habiles, si on leur montre la bonne façon de travailler, et gagnent en réalité 1 p. 40 par jour, salaire qui a été élevé spontanément à Santa-Rosa à 2 p. 20. Dans ces conditions, on peut être sûr de produire d'excellent tabac, dont la demande est chaque jour plus grande et qui, bien classé, sera admis partout, avec le prix minimum de 5 fr. le kilogr. Les revenus d'un capital ainsi placé seront énormes, puisque nous venons de voir que le rendement par hectare est de 500 p. 100, tous frais compris.

La canne à sucre. — D'une manière générale, on peut affirmer que toutes les côtes et les terres chaudes du Mexique sont favorables à la culture de la canne à sucre. On la cultive partout avec grand succès, malgré le manque de capitaux qui a presque partout empêché l'établissement d'usines à la hauteur des progrès récents. La plupart des plantations au Mexique suffisent à peine à la consommation locale, à cause de l'installation défectueuse, presque primitive, des appareils d'élaboration. Mais là où on a monté des usines perfectionnées avec des capitaux suffisants, les affaires marchent merveilleusement. C'est ce qui se passe à *Morelos,* à *Jaliscos* et à *Tepic,* etc. De grandes usines élaborent des millions de kilogrammes d'excellent sucre raffiné que l'on vend à des prix qui varient entre 7 et 8 piastres les 100 kilogr. A ces prix, les indigènes consomment tout ce qu'on produit. Les classes pauvres usent du sucre non raffiné, *moscabado,* qui leur revient encore relativement cher. Cette hausse de prix ne dépend nullement du coût de production. M. Maillefert estime qu'avec une somme de 51 800 piastres, on peut produire 337 500 kilogr. de sucre et 750 000 kilogr. de mélasse qui, aux prix courants, donnent 85 000 piastres, soit 30 000 piastres de bénéfice en chiffres ronds ; plus de 30 p. 100 du capital engagé ! Ces prix sont maintenus par un puissant syndicat de producteurs, spécialement de l'État de Morelos. Ils sont maîtres de les faire hausser encore davantage, protégés comme ils le sont, d'abord par le tarif des douanes qui grève les sucres étrangers, bruts ou raffinés, d'un droit de 15 centavos le kilogramme, et ensuite par la dépréciation de l'argent qui grève de 35 p. 100 et plus les achats à l'étranger. Malgré nos efforts, nous ne sommes pas en mesure de donner un calcul exact de la culture de la canne et de la fabrication du sucre, les raffineurs et les producteurs se refusant à fournir des données ; mais nous pouvons, par comparaison, en fournir une idée. M. Émile Daireaux calcule ainsi la culture de la canne à l'Argentine par hectare :

Achats du terrain	500 fr.
Plantation	200
Culture et récolte	500
Total	1 200 fr.

Un hectare produit 30 000 kilogr. de canne qu'on vend 19 fr. les 1 000 kilogr. ; le produit d'un hectare, la première année, serait donc de 950 fr. Dès la deuxième année, les frais seraient simplement de 500 fr. de culture et récolte, puisque la plantation est faite et qu'elle peut durer vingt-cinq années, enfin, qu'on n'a pas à payer le terrain ; le bénéfice serait donc de 450 fr. par hectare.

Au Mexique, le calcul comparatif donne les résultats suivants :

Achats d'un hectare au gouvernement, à Vera-Cruz, Guerrero, etc. (2 fr. 50 c.)	9f,25c
Plantations (salaires à 2 fr. contre 5 à l'Argentine)	80 ,00
Culture et récolte	200 ,00
TOTAL	289f,25c

Donc les bénéfices seraient au Mexique, pour la première année, de 660 fr. et pour les suivantes de 750 fr. De plus, à l'Argentine, il faut avancer aux travailleurs deux ou trois mois de salaires dont une part est perdue à cause de la désertion.

Voilà pour la culture de la canne ; quant à la fabrication, elle n'a rien d'aléatoire. Si l'outillage est bon et si les procédés sont perfectionnés, les bénéfices seront toujours proportionnels.

Au Mexique, les analyses montrent que la richesse saccharine du suc de la canne est la plus grande possible. En conséquence, il n'y a rien à craindre de ce chef. Mais le Mexique aura toujours en sa faveur, d'une part les salaires qui sont très bas, d'autre part les frais d'installation qui sont très inférieurs à ceux de l'Europe et du reste de l'Amérique.

Les principales raffineries mexicaines étant installées à l'intérieur du pays, l'exportation est peu avantageuse. Il n'en serait pas de même pour les plantations et raffineries situées près des côtes. Les affaires de sucre, au Mexique, doivent être des affaires d'exportation.

Vanille. — On peut récolter la vanille dans les États de Jalisco, Hidalgo et surtout dans ceux de Vera-Cruz, Chiapas et Oaxaca. L'exportation de ce produit, qui allait en décroissant, a repris de nouveau le mouvement de hausse. Dans les six derniers mois de 1885, elle était de 282 812 piastres et, dans les six derniers mois

suivants, elle monta à 332 616. La réputation de la vanille mexicaine est faite. Ses qualités ont été reconnues à l'étranger. Nous donnons les calculs que M. Fontecilla, cultivateur et exposant de vanille, à l'Exposition, a faits pour la culture et pour le bénéfice de la plante. Le coût de plantation de 1 estajo (10 000 varas carrées) de vanille est de 20 piastres et celui de la culture jusqu'à la première récolte, trois ans après, de 30 piastres. En moyenne, chaque estajo produit un millier de vanilles. Le bénéfice de chaque millier est de 4 piastres. Les bénéfices s'élèvent donc à 21 piastres par millier récolté, puisque le prix de vente moyen est de 75 piastres.

Cacao. — Celui de Soconusco est réputé le meilleur du monde. On en récolte aussi, et de très bon, dans l'État de Tabasco. Nous regrettons de ne pas pouvoir donner à nos lecteurs des renseignements plus étendus sur cette intéressante culture. Ce que nous savons, et personne ne l'ignore au Mexique, c'est que le Soconusco (État de Chiapas) en peut produire autant que le Nicaragua et que le peu qu'on en récolte, on le vend aux prix qu'on veut, à tel point il est rare et apprécié des connaisseurs. Il est sûr que les chemins de fer développeront cette culture si productive.

Éponges, nacre, écaille. — Bien que ces matières ne soient pas des produits agricoles, nous ne voulons pas les laisser dans l'oubli, et nous leur consacrons ici quelques lignes.

On les trouve en abondance et de la meilleure qualité sur les côtes des deux Océans, et l'on commence déjà à les exploiter à Vera-Cruz, à Yucatan et en Basse-Californie. Le Gouvernement, désireux de développer cette branche de la production, a fait et fait encore des concessions très libérales aux compagnies qui désirent se consacrer à ce genre d'exploitation.

C'est une industrie naissante, mais très digne d'être recommandée, surtout parce que le capital nécessaire pour l'établir est peu considérable tandis que les bénéfices seront élevés. Les éponges et les écailles exposées par le Mexique au Champ de Mars ont attiré l'attention des connaisseurs. A Yucatan, on travaille l'écaille avec une certaine habileté.

Forêts, bois pour ébénisterie. — L'exploitation des immenses forêts mexicaines, peuplées des essences les plus variées et les plus

riches, a été pitoyable. Les coupes, faites à tort et à travers, sans soins, sans reboisements, sans sélection préalable des arbres, ont eu pour résultat un gaspillage énorme d'une des richesses les plus considérables du pays. Autour des centres de population, notamment aux environs de la capitale qui jadis était entourée de forêts d'arbres séculaires, le déboisement a été complet et à présent, dans la forêt de Mexico, on ne trouve que de rares bouquets épars. On est forcé d'aller loin pour trouver les *montes* (forêts) confinées aujourd'hui sur les versants des montagnes qui entourent la grande vallée. Mais, malgré ce gaspillage effréné, il reste encore une richesse forestière à exploiter, à côté de laquelle la partie exploitée semble et est en réalité des plus minimes. L'établissement des chemins de fer a mis en condition d'exploitation des étendues boisées énormes et richement peuplées. En réalité, le plateau central seul a été victime des coupes inintelligentes. Mais la côte, si riche et si peuplée, et toutes les régions de l'intérieur éloignées des centres de population ont été épargnées.

Il faudrait de longues pages pour la simple énumération de toutes les essences qu'on y rencontre. La considération que le Mexique est trois fois et demie plus grand que la France, et qu'il jouit, à cause de ses hauts plateaux, de tous les climats, permet de juger de la variété et de la quantité des bois qu'il produit.

Ce serait une fructueuse opération que l'exploitation des forêts, entreprise avec un capital suffisant et intelligence ; quelques considérations et quelques chiffres suffiront pour le faire comprendre. Nous prendrons comme type les exploitations sur le littoral, pour des raisons semblables à celles que nous avons données à propos d'autres produits.

L'exploitation des bois se pratique de la manière suivante. Les exploitants de forêts sont généralement et actuellement des individus sans capitaux. Pour obtenir de l'argent, ils ont recours aux exportateurs ou autres spéculateurs. Ils s'engagent à livrer dans la même année une quantité déterminée de bois dégrossi en pièces (*trozas*) de 12 pieds au plus de long et de 16 pouces de largeur, au prix de 10 à 15 piastres la mesure de 480 pieds superficiels ou 40 pieds cubes (mesure anglaise). Ces *cortadores* reçoivent des exportateurs ou spé-

culateurs des avances en argent ou en marchandises généralement élevées et à bon compte, sur les livraisons de bois. Mais comme il est très rare qu'ils tiennent exactement leurs engagements, il leur reste toujours un solde de bois à livrer. Pour ne pas le perdre, les bailleurs de fonds renouvellent l'engagement pour l'année suivante, et font de nouvelles avances d'argent. Les soldes des bûcherons croissent toujours et les bailleurs, exposés chaque année à perdre davantage, sont forcés de renouveler les engagements et les avances ; on tâche de se tromper de part et d'autre le plus que l'on peut, et la situation se liquide par une perte sèche des deux côtés. Dans ces conditions, qui ne sont nullement celles d'une affaire sérieuse, voici ce qui se passe et quels sont les résultats : du moment où l'affaire est si aléatoire et que le bailleur de fonds n'a aucune prise sur l'exploitant, il est forcé de chercher une compensation en abaissant le prix de la coupe. De son côté l'exploitant, du moment où les prix ne sont pas suffisamment rémunérateurs, rogne le plus qu'il peut sur la quantité et sur la qualité du bois ; il en résulte une quantité considérable de bois de rebut que le bailleur est forcé d'accepter faute de mieux, et qu'il vend à des prix dérisoires. De là l'avilissement constant des prix, l'inondation des marchés étrangers de pièces de bois trop petites qui empêchent une hausse favorable aux intérêts du commerce et du pays.

Quant aux procédés de coupe et au transport du bois, ils sont les plus primitifs du monde : la hache pour couper et dégrossir, la crue éventuelle d'un ruisseau pour transporter. Il arrive que la crue n'a pas lieu et il faut attendre la prochaine saison des pluies pour faire le transport.

Il n'y a pas de quoi s'étonner si, en l'état actuel des choses, les exploitations de bois, si considérables qu'elles soient, ne marchent pas au gré des capitalistes. Elles sont cependant si fructueuses au fond, qu'on réalise fréquemment encore des fortunes considérables. Pour donner une idée des frais et des bénéfices de l'exportation des bois, nous reproduisons ci-après le compte d'un chargement, tel qu'il figure dans les documents officiels :

Compte de vente de 500 pièces de bois de cèdre provenant de Tuxpam et vendues à New-York.

Frais de Tuxpam au port d'embarquement.

		PIASTRES.
Mise à l'eau et formation des bois en radeaux à 0 p. 25 pièce		125,00
Transport à bord, 1 piastre pièce		500,00
Droits de sortie		530,92
Timbre		0,50
Frais à New-York.		
Entrée en douane		5,22
Assurance maritime, 3 1/4 p. 100		190,25
Fret de Tuxpam à New-York		2 187,50
Mesurage et inspection, etc., à 1 p. 30 la pièce		650,00
Assurance contre l'incendie, frais divers, intérêts à 4 p. 100		202,95
Conversion et garantie, 3 p. 100		202,45
TOTAL des frais		4 594,79
Prix de vente à New-York	6 750,00	8 008,00
Change, 38 p. 100	1 258,00	
A déduire, frais		4 594,79
BÉNÉFICES de la vente		3 413,21
Ces 500 pièces de bois ou *trozas* pèsent 70 tonnes 72 et coûtent à l'exportateur 5 piastres la tonne et 5 piastres le transport à Tuxpam, soit		700,56
BÉNÉFICE NET		2 712,65

Le bénéfice est donc considérable ; il faudrait en déduire encore les pertes pour les bois refusés et la moins-value pour les défauts de certains morceaux, ce qui est encore facile à calculer.

Ces chiffres démontrent que l'exploitation des bois est une bonne affaire dans les circonstances déplorables dans lesquelles elle est faite, et qu'à plus forte raison elle serait excellente, le jour où le capital étranger se déciderait à établir de grandes scieries mécaniques, chemins de fer portatifs et tout l'attirail d'une exploitation économique et bien comprise. C'est ce qu'on a fait déjà à l'Astillero, avec les résultats les plus satisfaisants ; c'est ce qu'on fait aussi dans les forêts que traverse le chemin de fer de Cordova à Tuxtepec, et pour l'exploitation des forêts vierges de l'État de Campêche.

Les bois et l'orchilla sont les seules marchandises qui paient des

droits de sortie. Ceux des bois sont de 2 piastres la tonne. Ces droits ont été établis comme compensation des coupes que l'on fait dans les forêts nationales et que l'insuffisance du service forestier ne saurait empêcher, étant donné l'étendue considérable du domaine public. L'exportation des bois de construction et pour l'ébénisterie a été, dans les dix premiers mois de 1886, de 554 800 piastres.

Les bois tinctoriaux. — Les affaires en bois tinctoriaux ont une situation plus satisfaisante. En général, les frais d'exploitation sont beaucoup moindres, vu qu'on n'a qu'à dégrossir les bois et qu'il n'y a presque pas de bois refusés puisqu'on peut utiliser les morceaux les plus petits. L'exportation, à la même date, a été de 389 243 piastres.

Les variétés principales de bois de teinture qu'on exporte sont le Palo-Moral, le Brezil et le Campêche.

Le premier contient deux principes colorants avec lesquels on fabrique du rouge et du vert. Généralement on l'emploie pour teindre en jaune le coton, la soie et particulièrement la laine. On peut obtenir d'autres nuances par combinaisons avec l'indigo, le campêche, le brezil, des sels de fer, de cuivre, etc. Le Palo-Moral croît à l'état sylvestre dans les États de Guerrero, Michoacan et Campêche. Le plus estimé est celui de l'île du Carmen, Tuxpam et Tampico. L'exportation dans les six derniers mois de 1886 a été de 4 millions de kilogrammes et sa valeur de 63 335 piastres.

On trouve le brezil et le campêche en abondance, le premier dans les États de Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Yucatan et le second dans les États de Vera-Cruz et de Campêche. Ces bois constituent depuis longtemps une branche importante du commerce d'exportation. A la date déjà indiquée, on en a exporté 17 millions de kilogrammes, valant plus de 325 000 piastres.

Il y a encore au Mexique une quantité très considérable de bois et de plantes pour la teinture, notamment l'Orchilla, l'Achiote, le Cartamo, le Mutile, etc., dignes d'une étude attentive. L'Orchilla était naguère exploitée sur une grande échelle ; elle mérita même les honneurs d'un droit de sortie. Mais à présent on n'en exporte presque plus.

L'indigo est cultivé spécialement à Juchitan, où l'on en récolte de

50 000 à 60 000 kilogr., que l'on vend à 1 piastre le kilogramme. A Tonala, on récolte 30 000 ou 35 000 kilogr., et on les vend de 1 p. 50 à 2 piastres. L'indigo inférieur coûte de 75 à 80 centavos le kilogramme. C'est encore une bonne affaire. Malheureusement, elle est très aléatoire pour ceux qui l'exploitent actuellement, ceux-ci manquant des connaissances nécessaires et des capitaux suffisants pour monter convenablement des usines modernes et bien outillées pour le traitement. Mentionnons encore le Zacatlascale (*Cuscuta americana*), le Gualda (*Reseda luteola*), le Curcuma (*Curcuma tinctoria*). Le Zacatlascale est une mauvaise herbe. On l'emploie pour teindre en jaune ; elle est très abondante et on l'obtient presque pour rien.

Dans l'impossibilité de passer en revue, même les principales essences qu'on trouve dans les forêts du Mexique, nous nous contenterons d'en citer quelques-unes pour toutes sortes de constructions, pour l'ébénisterie, et aussi celles qui sont susceptibles d'autres applications : à la parfumerie, la médecine et même à l'ornementation.

Bois de construction. — Abeto (*Abies Douglasii*), Ahoehuetl (*Taxodium mucronatum*), Ayacahuite (*Pinus ayacahuite*) et quantités d'autres espèces de pins; Cèdre blanc (*Cupressus Lindleyi*); Chênes divers (*Q. mexicanus, jalapensis,* etc.); Frêne (*F. americana, quadrangulata,* etc.); Mezquites (*Inga circinalis,* etc.); Oyamel (*Abies religiosa,* etc.); Guayacan (*G. officinalis*).

Bois d'ébénisterie. — Balsamo (*Myrospermum peruiferum*); Caoba (*Switenia Mahogoni*); Capulin (*Prunus capuli*); Cèdres divers (*Cedrela odorata,* etc.); Chicozapolt (*Achras zapote*), Cuapinole (*Hymenea Caudultana*); Cuéramo (*Cardia trigidia*); Ébènes divers (*Briza ebenus, dyospirus, tetrasperma,* etc.); Gateado (*Switenia sp.* [?]); Hêtre (*C. mexicana*); Nacasle Nazareno; Noyers divers (*Juglans regia, J. granatensis*); Palo Maria (*Achras sp.* [?]); Palo de rosa (*Tecoma multiflora*); Santal (*Pterocarpus santalinus*), Zongolica (*Briza rubra*); Zopilote colorado (*Switenia sp.* [?]), etc.

Bois durs. — Palo de fierro (*Mesua ferrea*); Palo mulato (*Xantoxylum clava-hercules*); Palo santo (*Guayacum sanctum*); Cabo de Hacha ; Quibra-hacha (*Guayacum arboreum*); Quebracho (*Copaifera trimenefolia*); Roble blanco (*Tecoma leucoxylon*); Tapinceran (*Briza violacea*); Tepehuajet divers (*Acacia acapulcensis,* etc.).

Bois tinctoriaux. — Palo del Brazil (*Cesalpinea echinata, C. brasilensis*); Campêche (*Hematoxylum campachianum*); Moral (*M. alba, M. nigra,* etc.), Mangle (*Rhizophora mangle*); Moradilla (*Maclura tinctoria*), etc.

Viticulture. — L'Espagne, désireuse de conserver pour ses vins le marché de ses colonies américaines et craignant la concurrence, s'opposa toujours à la culture de la vigne et de plusieurs autres plantes au Mexique. Si, après la déclaration de l'indépendance, le Mexique n'avait pas eu tant de luttes à soutenir et tant de difficultés à vaincre, il est presque certain qu'à présent il compterait parmi les pays vinicoles les plus riches. En effet, aussitôt après la conquête et même avant, on fit de timides essais de plantations de vignes dont les résultats furent toujours encourageants. Les vins de Parras (État de Coahuila) avaient et ont encore une grande réputation dans le pays. Mais l'éloignement de Coahuila des centres qui auraient pu consommer ses vins et la situation économique du pays empêchèrent cette industrie d'acquérir une réelle importance. Aussitôt la pacification complète du pays et en même temps qu'on poussait les améliorations de toutes sortes, le ministère des travaux publics acheta des cépages en France, en Espagne et en Italie et les fit distribuer, dans tout le pays, aux personnes capables d'essayer cette culture. Des inspecteurs, nommés par le Gouvernement et compétents dans cette culture ainsi que dans la vinification, furent chargés d'aider de leurs conseils les cultivateurs inexpérimentés et les fabricants novices. Ces essais ont été couronnés d'un plein succès. Non seulement la plante ne dégénère pas, mais son développement est parfois surprenant. A Tehuacan, une plantation faite en avril 1883 porta ses fruits en septembre 1884. A Ixmiquilpam, le développement de la plante est complet au bout de deux ans et l'on obtient des grappes qui pèsent 1 kilogr.

Les comptes rendus des inspecteurs affirment que les résultats obtenus à Chihuahua, Zacatecas, Aguascalientes, Hidalgo et Puebla sont complets. Mais, nulle part ils ont été aussi considérables qu'à Paso-del-Norte (Chihuahua) et à Aguascalientes. Paso-del-Norte surtout est appelé à un grand avenir, non seulement par les conditions de son sol et de son climat, mais aussi à cause de sa proximité du

grand marché nord-américain. Actuellement il y existe 150 plantations avec 200 000 ceps à peu près. La dernière récolte de raisins a été de 1 250 000 kilogr. dont 37 000 ont été consommés en nature et le reste converti en vins blanc et rouge, lesquels vins ont trouvé marché à Chihuahua. Malheureusement, si les récoltes de raisins sont bonnes comme quantité et comme qualité, les vins laissent encore beaucoup à désirer. L'industrie vinicole exige une grande somme d'expérience et des connaissances spéciales qui font défaut aux fabricants mexicains.

Le *mûrier*, auquel nous donnons place dans cette nomenclature parce qu'il est le complément indispensable de l'élevage des vers à soie, pousse dans les terres froides et tempérées. Sous le régime colonial, on fit au Mexique quelques essais de plantation de mûriers qui réussirent parfaitement, mais la politique jalouse de la métropole ne permit pas de les continuer; depuis l'indépendance, ces essais ont été repris, et de nos jours, M. le général Pacheco, ministre du Fomento, a fait distribuer une certaine quantité de graines de vers à soie achetées dans les Cévennes ; les résultats ont été des plus satisfaisants, aussi ne saurions-nous trop engager nos compatriotes qui émigrent au Mexique, ceux surtout qui possèdent quelques connaissances de l'élevage des vers à soie, à diriger tous leurs efforts vers cette branche de l'industrie agricole : ils trouveront très promptement une large compensation aux quelques frais de premier établissement qu'ils auront pu faire.

D'après un rapport officiel, publié le 25 août, 1 200 000 plants de mûriers noirs et blancs ont été mis en pépinière pendant les mois d'avril et de mai 1888, à Guadalajara. Au bout de cinq mois, 1 850 jeunes arbres de $0^m,80$ à $0^m,90$, bien pourvus de racines et de feuilles, étaient déjà prêts à être distribués et plantés. On voit avec quelle rapidité le mûrier pousse au Mexique. Outre les plantations en pépinières, on a fait, au printemps de 1889, à Guadalajara, dans les terrains de Piedas-Negras et de San-Diego, de grands semis de graines de mûrier qui ont parfaitement réussi.

L'élevage des vers à soie a parfaitement réussi dans plusieurs régions du pays et notamment dans les États de Puebla et de Jalisco. Dans ce dernier, on a fondé déjà des fabriques de tissus de soie.

Mais c'est entre les mains d'un de nos compatriotes, M. Chambon, que cette industrie a fait les progrès les plus considérables. Les soies filées et teintes qu'il a exposées au Champ de Mars étaient très remarquables.

Élevage et engraissement du bétail. — Cette industrie, celle de l'élevage surtout, a pris dans les États de la frontière du Nord une grande extension ; l'étendue et l'excellente situation des terrains qui peuvent lui être consacrés feront un jour ou l'autre du Mexique un rival de l'Argentine. Un grand nombre de propriétaires du Texas ont fait récemment sur la frontière des acquisitions considérables de terres et de bétail, quelques-uns même y ont transporté leurs troupeaux ; des capitalistes anglais ont suivi cet exemple et s'en sont bien trouvés. Mais ce n'est pas seulement dans les terres tempérées et froides du Nord que l'élevage en grand peut être pratiqué : dans les terres chaudes où la végétation herbacée est exubérante, où les cours d'eau abondent, cette industrie offre d'égales chances de succès. L'élevage en grand du bétail donne des bénéfices considérables et sûrs : dans des conditions normales et d'après les calculs de tous les éleveurs, le capital est doublé en trois ans, tandis que les frais annuels sont couverts par la vente des nouvillons. Quant à l'engraissage fait en *potrero,* c'est-à-dire dans des prairies naturelles, bien ensemencées et bien arrosées, il donne aussi de beaux bénéfices. Le calcul suivant a été fait d'après des chiffres officiels :

Établissement d'un « potrero » d'engraissage, d'une superficie de 250 hectares, situé à 400 kilomètres d'une grande ville et à 80 kilomètres d'une station de chemin de fer.

	PIASTRES.
Achat de 250 hectares à 12 piastres l'hectare	3 000
Frais d'ensemencement, de clôtures, maisons, frais généraux	9 000
	12 000
Intérêt des 12 020 piastres à 12 p. 100 par an	1 442
TOTAL pour la première année	13 442
Deuxième année, achat de 1 000 bœufs à 16 piastres	16 000
Frais généraux, intérêts, etc.	7 798
TOTAL	23 798
Conduite des bœufs à la ville, frais de chemin de fer, droits d'octroi, etc.	10 679
TOTAL des frais jusqu'au moment de la vente	47 919

Vente.

970 bœufs (en admettant une perte de 3 p. 100 sur le chiffre des animaux pendant l'engraissage) donnent, à raison de 600 livres par bœuf, 582 000 livres de viande, qui, à 7 centavos la livre, valent		40 740
100 livres de suif par tête à 12 centavos.		11 640
970 peaux à 3 piastres.		2 910
1 piastre par tête pour les abats		970
		56 260
Bénéfice : 8 330 piastres réalisées au bout de deux ans après avoir payé la propriété.		
Dès la troisième année, l'opération d'engraissage de 1 000 bœufs réduite à l'achat des animaux et aux frais généraux sera seulement de . . .		31 009
La vente produira	56 260	
BÉNÉFICE NET.		25 251

Soit plus de 70 p. 100 du capital engagé.

La valeur des animaux exportés aux États-Unis était de près d'un million de piastres en 1883. Dans les dernières années, cette exportation a encore augmenté, mais il est à craindre qu'elle diminue bientôt. En effet, la cause de l'augmentation a été la hausse des prix motivée par les achats considérables faits au Texas pour l'établissement des grands *potreros* (fermes). Les éleveurs mexicains, qui ont vu les prix monter de 7 à 20 piastres par tête, dans l'espèce bovine, se sont empressés de profiter de cette occasion et ont fait des exportations immodérées en réalisant, il est vrai, des bénéfices énormes, mais peut-être en tuant aussi la poule aux œufs d'or. Des éleveurs plus soucieux de l'avenir auraient été plus circonspects.

Les États de *Durango, Sonora, Chihuahua, Nuevo-Leon, Coahuila, Tamaulipas, Vera-Cruz* se prêtent admirablement à cette industrie. Il est vrai que quelques-uns se ressentent du manque d'eau ; mais une grande Compagnie pourrait créer des aménagements d'eau ou forer des puits.

Le mouvement dans le sens de l'élevage est très accentué. A *Guanajuato,* une grande Compagnie, sous le patronage du gouvernement local, a entrepris sur une grande échelle l'élevage et l'engraissage du bétail. Elle a acquis un grand nombre de reproducteurs des meilleures races, fait la clôture économique d'étendues

considérables de terres, construit des étables, et, à ce qu'il paraît, ces travaux ont été couronnés d'un plein succès.

On pourrait faire de même dans l'État voisin de *Michaocan,* dont les excellents pâturages engraissent la plus grande partie du bétail qu'on abat dans la capitale.

Mais ce serait surtout sur les côtes : à *Tamaulipas,* à *Vera-Cruz,* à *Campêche,* à cause de l'excellence des pâturages et de l'abondance de l'eau, et aux frontières du nord : *Chihuahua, Coahuila,* etc., à cause de la proximité du marché américain et surtout du bon marché inouï des terres, qu'on pourrait s'établir pour y fonder, avec des ressources suffisantes, de grands établissements.

Cuirs et peaux. — L'importation de ces articles que font actuellement les États-Unis se chiffre par près de 30 millions de piastres. Le Mexique occupe la quatrième place parmi les pays exportateurs. L'Allemagne importe pour 29 millions de kilogrammes de cuir, dont 34 000 du Mexique. La France, 39 millions, dont 114 000 viennent du Mexique. En outre, l'importation des peaux de chèvre de diverses provenances aux États-Unis a été, en 1883, de 10 millions de pièces, dont le Mexique a fourni :

		PEAUX.
Exportées	par le port de Vera-Cruz	526 000
	par Matamoros	292 000
	par la frontière (Texas)	319 000

Ces chiffres permettent de juger de l'importance du marché ouvert à l'exportation des cuirs et des peaux mexicains.

Les peaux de chèvres exportées par Matamoros sont très estimées pour la chaussure forte, à cause de leurs dimensions et de leur poids ; on les paye de 45 à 50 centavos la livre. Celles de Vera-Cruz sont plus estimées encore et on les paye 2 centavos en plus par livre. Celle de Oaxaca sont plus légères et la livre vaut 39 centavos. Ces sortes de peaux, de même que celles de Curaçao, sont les meilleures du monde pour la chaussure des dames et des enfants.

Les prix, aux États-Unis, des cuirs de l'espèce ovine, comparés à ceux de divers autres pays, sont très favorables aux cuirs du Mexique :

		LA LIVRE. — Centavos.
Cuirs	d'Afrique secs et salés	9 à 13
	de Californie	7 3/4 à 8
	de Chine	14 à 16
	de la République Argentine, secs	21 1/2 à 22
	de la République Argentine, salés frais	10 à 12
	des Indes orientales, secs	13 à 14
	du Mexique secs	16 à 20
	du Mexique salés	13 à 14

Le Mexique obtient dans les prix de ce produit des avantages que seule la République Argentine peut réaliser. Ce n'est pas la qualité même des cuirs qui établit cette différence, elle vient de ce que la préparation est meilleure. Les cuirs mexicains séchés au soleil ardent du pays perdent beaucoup et, pour les sécher à l'ombre, il faudrait des installations spéciales, ce qui nécessite des capitaux. A *Progreso,* on mêle du salpêtre au sel avec lequel on sale les cuirs. Le salpêtre empêche la pénétration du tanin dans le cuir, lors de l'opération. Les ouvriers qui dépouillent le bétail n'étant pas suffisamment surveillés, entament le cuir et le gâtent. Tous ces défauts, on le voit, sont faciles à corriger et les prix des peaux s'élèveraient d'autant.

De ce chef, l'élevage devrait beaucoup espérer de l'importation au Mexique de capitaux étrangers.

ENSEIGNEMENT AGRICOLE

Une loi de 1883 a réorganisé l'enseignement agricole et vétérinaire et l'a placé sous la dépendance du ministère des travaux publics. Il m'a été donné, grâce à l'extrême obligeance de M. le docteur Florès et de M. Sentiès, représentants du Mexique dans le jury international, de pouvoir étudier dans tous ses détails l'organisation de l'agriculture et la statistique agricole dans ce pays. Des cartes des plus intéressantes, dressées par les soins de M. Sentiès, permettent de se rendre compte de la climatologie, de la nature des sols, de l'altitude, de l'hydrographie, de la nature et de la répartition des cultures du Mexique. Sous la haute direction de M. Pacheco,

ministre des travaux publics, et de M. F. Léal, sous-secrétaire d'État, une commission, dont M. Sentiès, directeur de l'École d'agriculture de Mexico, José Ramirez, professeur à la même école, G. Crespo, docteur Florès, députés, ont été les membres les plus actifs, a réuni, à l'occasion de l'Exposition universelle de 1889, les éléments d'une statistique complète de la richesse agricole du Mexique. Ce travail a été d'autant plus considérable qu'il n'existait jusqu'ici aucun document sur la production agricole et forestière de la République. Il me suffira, pour marquer l'importance et l'étendue des travaux de cette commission, d'indiquer que les renseignements recueillis ne formeront pas moins de dix-sept volumes.

Mais revenons à l'enseignement agricole. L'école de Mexico est destinée à donner l'instruction agricole et l'instruction vétérinaire. Elle se distingue des établissements similaires de l'Europe par un trait essentiel, l'âge auquel elle admet les élèves et, par conséquent, la durée des études. Les enfants que l'on destine à l'une des deux professions auxquelles prépare spécialement l'école de Mexico sont reçus à l'âge de douze ou treize ans ; on exige d'eux, à l'entrée, une bonne instruction primaire. La durée des cours est de sept années, dans lesquelles sont très judicieusement réparties toutes les matières de l'enseignement scientifique et littéraire que comporte la préparation aux études professionnelles auxquelles une large part est faite graduellement. Une ferme, des champs d'expériences, des laboratoires, permettent de donner l'enseignement pratique à côté de l'instruction théorique. Ce n'est pas tout. A la fin de l'année, des excursions scientifiques ont lieu sur divers points de la République ; les élèves, sous la conduite de leurs maîtres, étudient la flore et la faune du pays, la nature des terrains cultivables, les méthodes de culture appropriées aux régions chaudes, froides ou tempérées. Le Mexique, suivant les points qu'on parcourt, possède tous les climats, grâce au relief du pays. On visite également les établissements industriels, agricoles ; en un mot, les élèves sortent de l'école avec une connaissance à peu près complète de leur pays. Dans combien d'écoles européennes pourrait-on en dire autant ?

Le régime intérieur de l'école de Mexico mérite d'être signalé. Au gré des familles, les élèves sont internes ou externes ; les études

sont absolument gratuites, comme dans toutes les écoles nationales du Mexique ; le budget de l'école est de 500 000 fr. Le gouvernement fédéral a créé soixante bourses de 1 500 fr. chacune pour subvenir à l'entretien d'un nombre égal d'élèves à l'école. Ces élèves perdent leur bourse s'ils ne satisfont pas d'une manière convenable aux examens de fin d'année. L'école de Mexico est à la fois un établissement d'enseignement supérieur et une école secondaire, car elle délivre aux meilleurs élèves, après leur sept années d'études, des diplômes d'ingénieurs agricoles et de vétérinaires.

Les ressources que l'école offre aux candidats vétérinaires pour leur instruction sont aussi complètes que celles dont jouissent les élèves agronomes. Une vaste infirmerie, des étables et écuries renfermant les types les plus variés d'animaux domestiques, des ateliers de maréchalerie, pourvoient à tous les besoins de l'enseignement. Le gouvernement mexicain a prodigué l'argent et les efforts de tout genre pour développer, au profit de la nation, l'enseignement préparatoire aux deux carrières qui existent depuis quelques années seulement dans la République : l'agronomie et l'art vétérinaire.

A en juger par les résultats déjà obtenus, la République mexicaine n'a pas à regretter les sacrifices qu'elle s'est imposés dans cette direction. Les succès de l'école de Mexico, il n'est que juste de le constater, sont dus en grande partie au savoir et au zèle infatigable du savant distingué auquel sa direction a été confiée. J'engage vivement les personnes qu'intéresse le développement agricole et économique des nations étrangères à étudier les belles cartes agronomiques et statistiques dressées par les soins de M. Sentiès et qui ont été publiées depuis l'Exposition.

CHILI

CONDITIONS GÉNÉRALES[1].

Climat et régions agricoles. — La forme particulière du territoire chilien, longue bande de terre s'étendant depuis le 17°57′ de latitude Sud jusqu'au cap Horn, et dont la largeur varie entre 170 et 300 kilomètres, la direction du Nord au Sud parallèlement au méridien, la situation entre la grande chaîne des Andes et l'Océan Pacifique, enfin la configuration essentiellement montagneuse du pays, sont autant de causes d'une énorme diversité dans le climat du Chili.

Depuis les climats lumineux et secs, où la pluie est complètement inconnue, jusqu'aux climats obscurs et où il pleut continuellement ; depuis les climats tranquilles, uniformes, doux et tempérés, jusqu'aux climats tempétueux, variables et de neiges éternelles, toutes les conditions climatériques se rencontrent au Chili.

Cependant, dans toutes les parties habitables, les maxima et les minima de température sont beaucoup moins extrêmes que dans les pays européens situés sous les mêmes latitudes. Au Chili, les hivers sont plus doux et les étés plus tempérés.

Cela tient à un courant maritime de l'océan Atlantique venant des régions équatoriales, qui réchauffe la pointe du sud de l'Amérique, et à un autre courant allant du cap Horn vers le Nord, refroidissant ainsi les eaux du Pacifique.

Les vastes champs de neiges éternelles, qui couvrent la Cordillière andine, ont aussi une influence bien marquée.

Si l'on ne considère que la partie cultivable, on peut, au point de vue agricole, diviser le pays en trois régions climatériques qui correspondent assez exactement à des cultures spéciales.

---

1. Grâce aux publications de M. Lefeuvre, directeur de l'Institut agronomique de Santiago, l'agriculture du Chili a été fort bien représentée à l'Exposition universelle. Je ferai de nombreux emprunts aux intéressants travaux de M. Lefeuvre ainsi qu'aux notes manuscrites qu'il m'a remises.

1° La région du Nord s'étendant depuis l'extrême Nord du pays jusqu'à la province de Santiago. Dans cette région, l'humidité est très faible, les pluies fort rares, toujours peu abondantes, ne tombent que durant l'hiver, c'est-à-dire pendant trois mois.

Dans cette région, les parties désertes exceptées, le nombre des jours de pluie par an varie de 0 à 23; la quantité d'eau tombée annuellement va de 0 à 0m,300.

Le ciel est presque constamment clair; l'intensité lumineuse des rayons solaires est considérable; les nuits sont fraîches et même froides, à cause du rayonnement nocturne; les rosées sont abondantes dans le voisinage de la mer. La température n'est jamais très élevée à l'ombre. Les maxima extrêmes ne dépassent jamais + 30 degrés, et les minima extrêmes n'arrivent jamais au-dessous de + 4 degrés. Les neiges, les gelées blanches, les orages, la grêle, les ouragans sont des phénomènes à peu près inconnus dans cette partie du Chili.

Faute d'humidité suffisante, la végétation spontanée est très réduite dans cette région, et la culture des plantes agricoles ne peut avoir lieu sans le secours des irrigations artificielles.

Partout où l'eau d'arrosage ne fait pas défaut, la végétation se développe merveilleusement, et les cultures sont splendides.

2° La région du centre, comprise entre le 33e et le 37e degré de latitude Sud, c'est-à-dire depuis la province de Valparaiso jusqu'au Bio-Bio.

L'humidité est encore très faible dans la partie qui touche la région Nord, mais elle devient assez abondante vers le Sud. Les pluies ont lieu principalement durant la saison d'hiver et sont souvent très abondantes, surtout dans le Sud. Il y a une saison sèche, qui correspond à l'été, et une saison plus ou moins humide qui correspond à l'hiver. Les pluies d'été ne se produisent que vers l'extrême Sud de cette région. Le nombre de jours de pluie est de 20 à 30 dans la partie Nord et de 50 à 60 dans la partie Sud. La hauteur de l'eau pluviale tombée annuellement varie de 0m,400 à 0m,600 pour Santiago, et de 0m,800 à 1 mètre à Concepcion, points extrêmes de cette région.

Les vents sont constants et réguliers durant l'été; ils soufflent du

Sud-Ouest, c'est-à-dire d'une région fraîche. Pendant l'hiver, ils sont irréguliers et soufflent généralement du Nord-Ouest, c'est-à-dire d'une région chaude. Ces circonstances ont pour effet de tempérer l'été et l'hiver. Les maxima extrêmes sont de 28 à 32 degrés pour le Nord durant l'été et de 22 à 28 degrés pour le Sud. Les températures minima à Santiago et Concepcion arrivent rarement à — 2° pendant l'hiver.

Le ciel est plus souvent clair que couvert; durant l'été, les nuages sont rares, la lumière solaire est intense; les nuits sont toujours claires, très fraîches, et les gelées blanches fréquentes, depuis le commencement de l'hiver jusqu'à la moitié du printemps. Les neiges sont inconnues; la grêle, les orages, les ouragans sont très rares et ne causent jamais de grands dégâts aux récoltes.

La végétation spontanée est très développée vers le Sud, dans les zones montagneuses des Andes, de la Cordillère et de la côte. L'irrigation artificielle est pratiquée dans toute l'étendue de cette région, dans les vallées et les plaines. Cependant, beaucoup de terrains inaccessibles aux eaux d'irrigation sont cultivés en céréales et autres plantes agricoles, et produisent d'abondantes récoltes.

Cette région est la plus favorable à l'agriculture qui s'y développe chaque jour très rapidement et a déjà acquis un degré de perfection remarquable.

3° La région du Sud s'étend depuis le Bio-Bio jusqu'à la Terre de Feu. Elle possède un climat humide, pluvieux, nébuleux et très tempéré. Les minima extrêmes sont — 1°, — 2° à Valdivia et à Chiloé, et — 7° ou — 8° à Punta-Arenas.

A Puerto-Montt, on compte, en moyenne, 162 jours de pluie par an et près de 3 mètres d'eau tombée. A Punta-Arenas, la moyenne annuelle des jours de pluie est de 150 et la quantité d'eau tombée est de 0m,600 de hauteur. Les pluies ont lieu toute l'année; cependant, elles sont moins fréquentes durant l'été que dans les autres saisons. Cette région est éminemment propre aux bois et aux pâturages. C'est là surtout que l'on trouve de grandes forêts non encore explorées. La culture ordinaire y est assez difficile dans la partie Sud, à cause des pluies et de l'humidité constante qui règne dans le sol.

Dans la partie nord voisine de la région du centre, où l'humidité

est moindre, les céréales et les plantes fourragères prospèrent à merveille.

La région du Sud est donc propre à l'élevage des animaux domestiques et autres industries zootechniques ; elle est appelée à devenir prochainement un centre de grande importance pour la production animale.

Zones climatériques agricoles. — Pour chacune des régions climatériques que nous venons d'esquisser rapidement, il y a lieu de distinguer, dans le sens transversal du pays, en allant de l'Ouest à l'Est, trois zones bien caractérisées, sur presque toute l'étendue du territoire de la République.

La première, celle de la côte, le plus souvent montagneuse, est plus humide, plus nébuleuse et plus tempérée que les deux autres. Son caractère principal est celui des climats maritimes.

La deuxième, qui comprend la grande vallée centrale, allant du Nord au Sud, et les vallées secondaires ou transversales, qui se dirigent de l'Est à l'Ouest et qui servent de lit au cours d'eau actuel, est la partie où se fait la culture irriguée ; elle possède, en général, les conditions les plus favorables à la production animale et végétale.

La troisième est celle de la Cordillère des Andes, où se trouvent des pâturages d'hiver et d'été, des bois et des neiges éternelles qui, en fondant, produisent l'eau nécessaire aux irrigations pendant la saison sèche.

En résumé, les climats agricoles du Chili sont très sains, très tempérés, doux, très réguliers et remarquablement favorables au développement des diverses industries de la production végétale et animale.

Terrain agricole ou sol arable. — Comme son climat, le sol arable du Chili est tout à fait varié. Toutes les sortes de terrains s'y rencontrent, mais, généralement, la plupart sont remarquables par leur fertilité, lorsque l'humidité ne leur fait pas défaut. Dans la région du Nord, les sols arables calcaires dominent, et, dans les autres régions, ils sont argileux, siliceux ou humifères.

Au point de vue agricole, il faut distinguer le sol arable des vallées, des plaines agricoles ou non, et des montagnes. La terre arable

des vallées et des plaines, formée d'alluvions, varie suivant les localités. Dans le Nord et dans une grande partie du centre, elle est profonde, riche en humus et en matières assimilables et de consistance moyenne et forte. Dans le Sud, elle est moins profonde, plus sableuse ou moins argileuse, moins riche et par conséquent moins fertile. Assez souvent on rencontre même une espèce d'alios (*tosca*) formant une couche imperméable à une faible profondeur et qui diminue ainsi la valeur agricole de grandes étendues de terrain.

Le sous-sol des vallées est formé d'une couche de cailloux roulés, dont l'épaisseur atteint quelquefois jusqu'à 100 mètres. C'est une circonstance très favorable pour l'irrigation. Dans le Nord et une grande partie du centre, les terrains soumis à l'irrigation reçoivent, chaque année, une couche de limon que laissent déposer les eaux et qui augmente l'épaisseur du sol, tout en le renouvelant. De grandes plaines, autrefois caillouteuses et presque stériles, se sont converties ainsi, en moins d'un demi-siècle, en terrains de première qualité. La plaine de Santiago, une des principales du Chili, est un exemple frappant de ce colmatage naturel.

Sous un climat lumineux comme celui du Nord et du centre du Chili, avec l'irrigation pratiquée au moyen d'eaux limoneuses, il n'y a point de mauvais terrains.

Le sol arable des montagnes de la Cordillère des Andes, d'origine volcanique, est généralement de bonne qualité pour les céréales d'hiver et produit naturellement d'excellents herbages utilisés, pendant l'été, par les animaux domestiques. C'est dans cette zone que l'on trouve le sol particulièrement connu sous le nom de *Trumao* et qui est constitué par des centres volcaniques jouissant de propriétés toutes spéciales.

La terre des parties montagneuses de la côte est le plus souvent granitique, moins profonde et moins fertile. Elle est consacrée à la culture des céréales d'hiver et à l'élevage des animaux domestiques. Tous ces terrains de montagne, notamment ceux de la côte, que l'on a complètement déboisés pour les soumettre à une culture épuisante, sont moins productifs qu'autrefois; mais, avec l'usage des engrais qui commence à se répandre dans ces régions, ils auront bientôt recouvré leur ancienne fertilité.

Engrais. — Comme dans tous les pays neufs, jusqu'à ces dernières années, l'agriculture chilienne ne faisait usage d'aucun engrais ou amendement pour l'amélioration des terres, en dehors de l'irrigation.

Partout où l'irrigation est pratiquée avec des eaux riches, on comprend sans peine l'inutilité des engrais et amendements; mais, dans tous les autres cas, quelles que soient la richesse du sol et les conditions climatériques, après une série de cultures épuisantes, il arrive forcément un moment où les récoltes diminuent. Pour maintenir les rendements, on est obligé de restituer au sol les éléments qui lui manquent par l'application des engrais et amendements. C'est ce qui est arrivé au Chili pour les terrains non arrosés avec des eaux limoneuses.

Dans ce pays où les animaux vivent en pâturage, on ne produit pas de fumier de ferme, il faut donc avoir recours à d'autres engrais. Depuis quelques années, on commence à employer en grand le guano et le nitrate de soude provenant de la région déserte du Nord, et qui sont mis à la disposition des agriculteurs à des prix très modiques.

Irrigations. — Comme nous l'avons dit plus haut, sous les climats lumineux et secs, l'arrosage artificiel est le grand levier de l'agriculture. Les agriculteurs chiliens l'ont parfaitement compris, et l'irrigation est admirablement entendue dans ce pays. Moyennant des travaux immenses et souvent très coûteux, les eaux des fleuves sont employées à arroser une très grande partie des vallées et des plaines. La direction de la superficie des terrains agricoles se prête parfaitement à cette opération. La répartition convenable des cours d'eau sur une grande étendue du territoire, traversant le pays de l'Est à l'Ouest, suivant la plus grande pente, la qualité des eaux, la nature du sol et celle du sous-sol, qui est presque partout perméable, sont des circonstances naturelles tout à fait favorables à l'établissement des arrosages au Chili. Enfin la fonte des neiges, qui alimente les fleuves, ayant lieu au moment même où la nécessité de l'eau se fait le plus sentir, complète l'ensemble des conditions si admirables où se trouve le Chili pour tirer tout le parti possible des bienfaits de l'irrigation.

Les irrigations sont pratiquées aujourd'hui depuis l'extrême Nord jusqu'au 39e degré de latitude ; quinze provinces ont leurs plaines et leurs vallées entièrement irriguées.

Quarante rivières principales fournissent l'eau d'arrosage. Plus de quatre cents grands canaux partent de ces rivières et distribuent leurs eaux dans les plaines, les vallées et jusque sur les flancs des montagnes. Il y a également quelques réservoirs artificiels très importants.

Plusieurs provinces du Nord et du centre sont arrivées à l'extrême limite en matière d'irrigation ; toute l'eau des rivières est prise par les canaux, et leurs lits restent à sec pendant la période des arrosages.

Dans beaucoup de cas, les irrigations des terrains supérieurs forment des infiltrations qui se réunissent dans le lit des rivières et les reconstituent vers le milieu de la vallée centrale ou au commencement de la zone de la côte. Ces eaux sont reprises de nouveau et servent à irriguer les terrains des vallées secondaires de la zone de la côte, qui occupent un niveau inférieur.

La surface totale arrosée dans tout le territoire du Chili est d'environ *2 millions d'hectares*.

L'eau d'arrosage est évaluée par *regadores*. Un *regador* est un débit d'eau de 15 litres par seconde. Un *regador* est considéré comme suffisant pour arroser *10 à 15 hectares*.

En moyenne, chaque arrosage est d'environ 500 mètres cubes par hectare, et l'on irrigue tous les six, huit, dix ou douze jours, suivant les terrains, les cultures et les régions. L'arrosage se pratique toute l'année dans le Nord, et seulement pendant six à huit mois, dans la région centrale.

Dans le Nord et le centre Nord, on emploie beaucoup moins d'eau pour chaque arrosage que dans le centre Sud et le Sud.

Tous les canaux d'irrigation, au Chili, appartiennent aux propriétaires des terrains arrosés. Ils les font construire et les entretiennent à leurs frais. L'État n'intervient point dans ces sortes de travaux et ne garantit jamais l'intérêt des capitaux engagés.

Drainage et assainissement. — Dans la région centrale, par suite des irrigations des terrains supérieurs, il s'est formé, dans les par-

ties basses, de nombreux marais. Les grandes pluies du Sud déterminent aussi des marécages dans cette région.

Dans ces derniers temps, beaucoup de terrains humides ont été drainés et sont devenus ainsi des terrains agricoles de première qualité. Actuellement, de grands travaux d'assainissement se poursuivent sur différents points du territoire, il y a lieu de croire que ce mouvement continuera, au grand profit de l'agriculture.

Machines et instruments agricoles. — Jusqu'à ces derniers temps, l'agriculture chilienne avait été exclusivement extensive, et ses deux principales industries consistaient dans la culture en grand des céréales et l'élevage des animaux en plein air, sans l'intervention des soins immédiats de l'homme.

Comme il était naturel, dans de telles conditions, les machines et instruments agricoles employés étaient primitifs, peu variés et leur importance assez secondaire.

Mais, depuis quinze ou vingt ans, d'immenses progrès se sont réalisés dans toutes les branches de production du pays et surtout dans son agriculture. Cette industrie, abandonnant ses anciens procédés culturaux, devient chaque jour plus intensive, principalement dans les régions soumises à l'arrosage artificiel.

La culture des plantes sarclées, celle des plantes industrielles, la viticulture surtout, l'industrie du foin pressé, la fabrication du beurre, des fromages, etc., se sont développées d'une façon surprenante, et tout fait prévoir que cet essor s'accentuera encore davantage avec le temps.

Aussi, les machines agricoles spéciales et les instruments appropriés à ces nouvelles cultures sont devenus nécessaires et se sont répandus rapidement dans tout le pays.

La Société nationale d'agriculture de Santiago, par les concours et les expositions qu'elle a organisés et l'Institut agricole de la *Quinta Normal* par son enseignement, ont puissamment contribué au remplacement de l'ancien outillage agricole chilien, par les machines les plus perfectionnées et les mieux appropriées aux besoins du pays.

Actuellement les moteurs hydrauliques et à vapeur, les charrues perfectionnées, les semoirs mécaniques, les houes à cheval, les rateaux à cheval, les moissonneuses-lieuses et non-lieuses, les batteuses

à petit et à grand travail, les tarares, les trieurs, etc., se trouvent dans toutes les fermes d'une certaine importance ; l'outillage des industries agricoles est également très parfait.

Une grande partie de ces machines et instruments est fournie par l'Angleterre et les États-Unis. Depuis quelques années seulement, les machines et outils français commencent à se répandre et sont très appréciés.

La propriété agricole, sa constitution. — Constructions rurales. — Clôtures. — La propriété foncière au Chili est divisée en grande, moyenne et petite exploitation.

Les petites fermes (*chacras quintas*) dont l'étendue ne dépasse pas 100 hectares dominent dans un rayon plus ou moins vaste, autour des grands centres de population et dans plusieurs riches vallées très peuplées.

Les grandes exploitations (*haciendas*), qui ont quelquefois une étendue de plus de 10 000 hectares, se rencontrent surtout dans la région montagneuse de la Cordillère des Andes, dans celle de la côte et dans le Sud.

Les exploitations moyennes (*hijuelas*), c'est-à-dire celles qui résultent de la division des grandes fermes, se multiplient de plus en plus, depuis l'abolition du majorat, et sont un terme moyen entre la grande et la petite propriété.

A mesure que le progrès agricole s'accentue, que les terrains augmentent de valeur, que les communications se multiplient et s'améliorent, que les capitaux deviennent plus abondants, etc., la propriété foncière se divise et se subdivise au grand avantage du pays entier, car le plus souvent, le seul fait de la division d'une grande ferme en décuple le revenu et en augmente proportionnellement la valeur foncière.

Dans un avenir plus ou moins prochain, suivant la loi de la vraie spécialisation des produits, qui est le but final du progrès agricole, les environs de tous les centres de population, les vallées et les plaines irriguées et les autres terres riches seront occupés par la moyenne et la petite culture, et le reste du territoire, moins fertile et se prêtant moins bien aux spéculations industrielles, restera le partage de la grande culture.

Les animaux domestiques vivant constamment en plein air dans les pâturages et n'ayant pas de gardiens spéciaux, les champs sont toujours clos par des murs en torchis, des haies vives, des fossés et des talus. Depuis quelques années, on emploie beaucoup les ronces artificielles pour la subdivision des champs.

Les habitations agricoles des propriétaires et des fermiers sont actuellement à la hauteur de la situation agricole du pays.

Pour le logement des ouvriers agricoles et des animaux, il y a encore de grands progrès à réaliser.

Exploitation du sol. — Propriétaires, fermiers, maîtres-valets (inquilinos), ouvriers agricoles. — L'exploitation des propriétés foncières est le plus souvent faite par les propriétaires eux-mêmes, qui vivent constamment ou tout au moins une bonne partie de l'année à la campagne. Le goût des champs est très développé dans la classe élevée, et il est de règle générale que les fils des propriétaires terriens se fassent agriculteurs et administrent eux-mêmes leurs biens ruraux. Les grandes et solides fortunes du pays appartiennent à l'agriculture. Les autres exploitations, qui ne sont pas dirigées par leurs propriétaires, se louent à des fermiers pour une période généralement très courte, ce qui est une mauvaise condition pour le cultivateur et pour le propriétaire.

Les travailleurs agricoles chiliens, considérés comme les meilleurs ouvriers de l'Amérique du Sud, sont recherchés par toutes les entreprises industrielles de la côte du Pacifique ; ils forment deux classes, les *inquilinos,* espèce de maîtres-valets, et les *peares* ou ouvriers journaliers ordinaires.

Par suite de la dernière guerre avec le Pérou, de l'extension du territoire chilien au Nord et de la prise de possession de l'Araucanie du Sud, par suite des grands travaux maritimes, de la construction des chemins de fer, etc., et enfin, en raison des progrès des industries locales, la main-d'œuvre des travaux des champs devient de plus en plus rare et coûteuse. Les ouvriers spéciaux pour les industries agricoles végétales et animales font surtout défaut au Chili, ce qui est un signe évident du progrès accompli par le pays, et, en même temps, une circonstance très favorable pour les émigrants européens, qui sont sûrs de rencontrer de bonnes situations dès leur arrivée.

Les ouvriers agricoles sont toujours nourris par ceux qui les emploient ; leur alimentation consiste presque uniquement en pain et haricots. Ils ne boivent pas de vin et ne mangent pas de viande, et cependant ils jouissent d'une excellente santé, sont robustes, forts, et développent une somme énorme de travail. Le prix de la journée varie suivant les localités et suivant les saisons. Aux environs de Santiago, il est de 2 à 5 fr. par jour à l'époque des moissons, et 2 à 3 fr. pendant l'hiver.

Charges imposées à la propriété rurale : Contribution agricole, système douanier du pays. — L'unique charge que supporte la propriété foncière au Chili est l'impôt agricole, dont la taxe était autrefois du dixième du revenu ou du loyer. Aujourd'hui cet impôt est une somme fixe, qui se répartit proportionnellement entre toutes les propriétés rurales de la République. La quote-part que doit payer chacune d'elles est bien inférieure au dixième du revenu.

Le système douanier est établi en vue de favoriser autant que possible les industries nationales, et particulièrement l'agriculture. Tout récemment on a voté l'entrée libre dans le pays des instruments et machines agricoles et viticoles.

Voies de communication : routes ordinaires, chemins de fer. — Les routes ou chemins ordinaires sont assez nombreux, mais laissent à désirer. Le manque de matériaux propres à leur réparation et à leur extension considérable rendent leur entretien coûteux, et les propriétaires ne comprennent pas suffisamment l'importance d'une bonne viabilité. Par contre, les chemins de fer se multiplient rapidement ; bientôt le pays entier sera parcouru par les voies ferrées, au grand profit de l'agriculture qui, jusqu'à ces derniers temps, a été privée de moyens de communication rapides et à bon marché.

Débouchés intérieurs et extérieurs. — La population du Chili étant très faible, eu égard à la population agricole, la consommation est fortement réduite. Mais la situation géographique de ce pays et la nature même de ses produits agricoles sont très favorables à l'exportation.

Le Chili fournit tout à la côte du Pacifique jusqu'à Panama : ses grains, ses légumes, ses fruits, ses vins, ses animaux et leurs produits trouvent là un grand marché et des débouchés assurés. Les

nombreuses mines du Chili et celles des pays voisins sont aussi des consommateurs importants. Enfin, le surplus s'exporte en Europe.

Système de culture. — Jusqu'à ces derniers temps, la majeure partie de l'agriculture chilienne était encore dans la période extensive, c'est-à-dire que le temps et l'étendue étaient les principaux facteurs de la production agricole. Mais aujourd'hui le rôle de l'intelligence et du travail de l'homme associé au capital prend une large place dans les exploitations rurales; l'agriculture intensive s'avance à grands pas et occupe déjà toutès les vallées et les plaines irriguées. Cependant, la culture, par le temps et par l'espace aura toujours sa raison d'être au Chili. Dans les régions montagneuses de la Cordillère des Andes, dans celles de la côte et même sur beaucoup de points dans le Sud, les conditions naturelles et économiques commandent la spécialisation bien marquée des productions agricoles.

Dans les vallées et les plaines irriguées, la culture industrielle et toutes les spéculations animales; dans les contrées montagneuses et dans le Sud, la culture extensive et l'élevage des animaux domestiques.

Valeur de la propriété agricole. — Elle est très variable suivant les localités, la nature du sol et les améliorations foncières qui y ont été faites.

Dans le Sud, les terrains non bâtis et sans clôtures, de qualité ordinaire, valent de 5 à 100 piastres[1] l'hectare.

Les terrains arrosés du centre, sans clôtures ni constructions, se vendent de 300 à 1 000, et même 1 500 piastres l'hectare, suivant les circonstances.

Les vignes françaises en bon état peuvent trouver acquéreur au prix de 3000 à 6000 piastres à l'hectare, suivant les localités.

Le taux de l'intérêt des capitaux fonciers agricoles est généralement calculé de 6 à 8 p. 100.

Administration de l'agriculture. — Tout ce qui a trait à l'agriculture au Chili ressortit au Ministère de l'Industrie et des Travaux publics.

1. La piastre a une valeur de 2 fr. 50 c. à 3 fr., suivant le change.

A ce ministère il existe une section d'agriculture qui a dans ses attributions :

L'Enseignement agricole;

Les Encouragements à l'agriculture;

La Statistique agricole;

Les Sociétés agricoles;

Les Forêts de l'État.

Enseignement agricole. — Le Chili qui, parmi les Républiques sud-américaines, s'est toujours fait remarquer par sa sagesse et sa prévoyance, à peine constitué et libre, s'est occupé, avec une activité et une constance remarquables, d'implanter l'enseignement agricole, afin d'imprimer une marche sûre et éclairée à son agriculture. Après diverses tentatives plus ou moins heureuses, aidé par la Société nationale d'agriculture, le gouvernement du Chili a pu organiser d'une façon définitive l'enseignement agricole, tel qu'il existe aujourd'hui.

A sa tête est placé un conseil d'enseignement technique qui a la haute surveillance des établissements d'instruction agricole. Ces établissements sont les suivants :

L'Institut agricole de la *Quinta Normal* (Santiago);

La Station agronomique de la *Quinta Normal* (Santiago);

L'École pratique d'agriculture de la *Quinta Normal* (Santiago);

L'École pratique d'agriculture de Talca ;

L'École pratique d'agriculture de Concepcion, possédant un laboratoire agronomique;

L'École spéciale de laiterie et d'arboriculture de San Fernando;

Les Écoles d'horticulture et d'arboriculture d'Elqui et de Choapa;

L'École pratique d'agriculture de Chillan.

L'Enseignement supérieur de l'agriculture, qui est représenté par l'Institut agricole de la *Quinta Normal,* compte de 80 à 100 élèves environ. Les Écoles pratiques et spéciales possèdent 250 élèves internes.

La *Quinta Normal de agricultura,* de Santiago, doit être citée comme un modèle d'institut agronomique. Son directeur, M. R. Le Feuvre, d'origine française, a consacré à sa description, à l'occasion de l'Exposition universelle, une magnifique publication illustrée de

photographies et gravures qui présente dans tous ses détails l'organisation de cet établissement, qui n'a, je crois, en Europe, aucun pendant. La Quinta Normal est tout autre chose que pourrait le faire croire sa modeste dénomination. Elle comprend huit établissements distincts possédant chacun un budget spécial et réunis dans la même main, pour la direction générale. Voici l'énumération de ces établissements et le budget annuel afférent à chacun d'eux :

Budget de 1889.

Institut agricole	97 770 fr.
Station agronomique	32 700
École pratique d'agriculture	187 800
Jardin zoologique	35 000
Établissement de pisciculture et aquarium	30 000
Institut de vaccination animale	23 000
TOTAL	406 270 fr.

Plus un hôpital vétérinaire et un laboratoire pour la préparation du vaccin charbonneux, dont les recettes payent les frais d'entretien. En 1842, l'État fit l'acquisition, à la porte de Santiago, d'une propriété de 20 hectares qui fut appropriée à sa destination future « de petite ferme modèle » et sur laquelle, sous la direction de la Société d'agriculture, fut érigée en 1849 la première école d'agriculture du Chili. Après des péripéties diverses, la Quinta Normal devint, en 1872, le champ d'application de l'enseignement supérieur agricole organisé, cette année-là, à l'Université de Santiago.

En 1875, le congrès libre des agriculteurs chiliens, réunis à l'occasion de l'Exposition internationale de Santiago, posa les bases d'un enseignement agricole complet et demanda la création d'un institut agronomique pour l'enseignement supérieur. En 1876 s'ouvrit cet institut, doté d'un matériel d'enseignement et de démonstration d'une valeur considérable. De 1876 à 1883, l'institut compléta son organisation ; la Quinta Normal se transforma peu à peu, en vue des nouveaux services qu'elle devait rendre ; les divers établissements dont j'ai parlé plus haut furent successivement créés ; on acheta des terrains pour les cultures et les champs d'expériences (plus de 80 hectares) ; on institua le jardin zoologique, etc.

L'inventaire, dont le détail se trouve dans l'ouvrage si intéressant de M. Le Feuvre, porte *à près de sept millions* de francs la valeur totale des bâtiments, terrains et collections de tous genres de la Quinta Normal ! Peu d'établissements en Europe pourraient rivaliser avec l'institut de Santiago, dont l'organisation et la direction font le plus grand honneur à la République chilienne et à M. Le Feuvre.

Sociétés agricoles. — L'esprit d'initiative privée est assez développé au Chili, et depuis longtemps déjà les agriculteurs ont cherché à se réunir en société dans le but de soutenir leurs intérêts et d'aider au progrès agricole.

Les sociétés existantes sont :

La Société nationale d'agriculture de Santiago, dont la fondation date de 1869.

Avant elle deux autres sociétés analogues, sous des noms différents, s'étaient formées, l'une en 1838, l'autre en 1857 ;

La Société agricole du Sud, dont le siège est à Concepcion et qui a une dizaine d'années d'existence ;

La Société agricole de Talca, de plus récente formation.

Il y a aussi, à Santiago, une Société hippique qui est en pleine prospérité. Il en existe d'autres à Talca et à Chillan.

Expositions et concours agricoles. — Sous les auspices de la Société nationale d'agriculture de Santiago, il se fait tous les ans à la *Quinta Normal,* dans des locaux spécialement construits à cet effet, des expositions agricoles et des concours d'animaux domestiques.

Ces fêtes agricoles sont très suivies par les agriculteurs et contribuent puissamment à l'avancement de l'agriculture.

La Société agricole de Concepcion fait aussi des concours dans cette région.

Ouvrages et publications agricoles. — Les principales publications agricoles faites au Chili sont :

Bulletin bimensuel de la Société nationale d'agriculture de Santiago, 20 tomes.

Cours d'agriculture, 2 premiers tomes, par René-F. Le Feuvre.

Viticulture et vinification, 2 tomes, par René-F. Le Feuvre.

Oïdium Tuckeri de la vigne, une brochure, par René-F. Le Feuvre.

Anthracnose de la vigne, une brochure, par René-F. Le Feuvre.

Les guanos et le salpêtre, une brochure, par René-F. Le Feuvre.
Culture du tabac au Chili, une brochure, par René-F. Le Feuvre.
La Quinta Normal de agricultura, 1 tome, par René-F. Le Feuvre.
Cours de zootechnie, 3 premiers tomes, par Jules Besnard.
Le charbon, une brochure, par Jules Besnard.
La phtisie, la fièvre aphteuse, le choléra des poules, une brochure, par Jules Besnard.
La gourme, la cachexie aqueuse, le tournis, etc., une brochure, par Jules Besnard.
La lèpre et la trichinose, une brochure, par Jules Besnard.
Analyse des guanos et salpêtres, une brochure, par L. Zegers et A. Yanez.
Cours de topographie (1re partie), 1 volume, par M.-H. Concha.
Physiologie végétale, une brochure, par F. Philippi.
Insectes nuisibles à l'agriculture, une brochure, par F. Philippi.
Le principal, mémoire agricole, 1 volume, par Salvator Izquierdo.
Fabrication du beurre, une brochure, par Salvator Izquierdo.
La Esmeralda, mémoire agricole, 1 volume, par Aurelio Fernandez.
Rapport sur l'organisation des écoles d'agriculture au Chili, une brochure, par Maximo Jeria.
Cours d'arboriculture de M. du Breuil, traduit et adapté au climat du Chili, 2 tomes.
Cours d'agriculture et d'économie rurale, 2 tomes, par J.-S. Tornero.
Leçons d'agriculture et de zootechnie, 2 tomes, par M.-B. Sanchez.

AGRICULTURE SPÉCIALE DU CHILI

Cultures spéciales.

La diversité du climat du Chili, ainsi que celle de la nature de son sol, permettent la culture de toutes les plantes agricoles propres aux régions tempérées. Les principales sont les suivantes :

Céréales.

Les céréales jouent le principal rôle dans l'agriculture chilienne. Elles ont figuré à plusieurs Expositions internationales, et chaque fois elles ont été très remarquées par leur qualité et ont obtenu les plus hautes récompenses.

Les plus importantes sont le blé, l'orge, le maïs, le seigle et l'avoine.

Blé. — Le blé se cultive au Chili pour les besoins de la consommation des habitants du pays et pour l'exportation. La culture de cette céréale est la plus importante et se fait dans deux conditions bien distinctes : sur les terrains irrigués et sur ceux non soumis à l'irrigation.

Les blés arrosés se trouvent dans les vallées et les plaines des régions du Nord et du Centre, et succèdent généralement aux plantes sarclées, qui se cultivent en grand dans ces conditions.

Les blés non irrigués se cultivent sur les versants des collines et des petites montagnes, les coteaux, les plateaux situés au pied de la grande chaîne des Andes, sur toute la zone de la côte et dans les plaines du Sud.

La préparation du terrain pour ces blés non irrigués (appelés blés de *rulo*) se fait par la jachère (*barbeccho*) qui a lieu pendant l'été qui précède la semaille.

Les variétés de blé cultivées dans les terrains arrosés sont le plus souvent celles à grain dur; on y sème aussi, dans le centre et le centre-sud, des blés tendres.

Les variétés les plus connues au Chili sont :

Blés durs à grain rond, blés durs à grain long et blés durs à grain moyen;

Blé blanc du Chili (*mocho*);

Blé Orégon;

Blé de la Nouvelle-Hollande;

Blé de Flandre et quelques autres variétés nouvelles.

Dans l'une comme dans l'autre condition, la culture se fait simplement et d'une façon économique. Partout, aujourd'hui, on emploie les machines et instruments mécaniques perfectionnés, aussi bien pour la semaille que pour la récolte et le battage.

Le rendement varie de 10 à 16 hectolitres par hectare pour les sols non irrigués; il est de 20 à 30 pour ceux arrosés. En 1888, la production totale du blé au Chili a été d'environ 10 millions d'hectolitres.

Les diverses sortes de blé récoltées sont de première qualité; si ces blés ne sont pas toujours classés au premier rang sur les marchés européens, cela tient uniquement à ce qu'ils sont vendus insuffisamment

nettoyés. L'exportation des blés a été en 1888 de plus de 3 millions d'hectolitres.

Orge. — Après le froment, la céréale la plus importante, au Chili, c'est l'orge qui se cultive depuis le Nord jusqu'à l'extrême Sud de la République.

Le grain de cette plante est particulièrement employé à la fabrication de la bière, dont la consommation augmente chaque jour dans le pays. L'orge sert aussi à l'alimentation des chevaux et des mules dans le centre et le Nord. Enfin, depuis quelques années, l'exportation de l'orge se fait sur une grande échelle.

La culture de l'orge a lieu le plus souvent dans les terrains non irrigués.

Les variétés les plus connues sont l'orge commune, l'orge précoce et l'orge Chevallier. Cette dernière est surtout employée par la brasserie chilienne; elle est très estimée pour l'exportation. Les produits sont abondants et de première qualité. Les rendements atteignent souvent 30 à 40 hectolitres à l'hectare.

En 1888, la production totale de l'orge, au Chili, a été de plus de 2 millions d'hectolitres.

Maïs. — Le maïs est généralement cultivé comme plante sarclée, seul ou associé avec les haricots auxquels il sert de support. Sa culture s'étend depuis l'extrême Nord jusqu'au Bio-Bio, limite sud de la région du centre.

Les variétes de maïs cultivées au Chili sont très nombreuses et varient suivant l'usage qu'on doit faire de la récolte. Les plus estimées sont: le maïs *caragua,* le maïs *morocho,* le maïs blanc, jaune, du Pérou, sucré, etc.

Les produits de cette plante sont toujours abondants et d'excellente qualité.

La consommation du maïs est considérable au Chili. Cet aliment est très apprécié par toutes les classes de la société.

Il est consommé à l'état vert sous le nom de *choclo ;* à l'état sec, sous forme de farine. Le grain de maïs sert aussi à l'alimentation des animaux et à l'engraissement des volailles. Une certaine quantité est distillée; l'exportation en est très réduite.

La récolte annuelle atteint près de 2 millions d'hectolitres.

Les spathes ou enveloppes florales du maïs remplacent le papier pour la fabrication des cigarettes ; elles sont aussi employées pour la fabrication des paillasses.

Avoine. — La région du Sud est très propice à la culture de cette céréale, qui commence à s'y faire en grand depuis quelques années.

Seigle. — Le seigle est peu connu au Chili ; cependant le peu d'exigence de cette céréale, sous le rapport du climat et du sol, permettrait sa culture dans beaucoup de terrains improductifs jusqu'à présent.

Plantes sarclées, farineux et plantes-légumes.

Cette catégorie de plantes a une grande importance au Chili ; sa culture constitue une industrie spéciale. Elle est entreprise presque uniquement par les travailleurs agricoles qui ont la main-d'œuvre à leur disposition, les produits de ces plantes forment, avec le pain, la base de leur alimentation. Les plus cultivées sont les suivantes :

Haricots. — La culture de cette plante se fait en grand dans les terrains arrosés du Nord et du Centre.

Les variétés cultivées sont très nombreuses. Celles à rame sont peu connues ; les haricots nains et demi-nains dominent. Les variétés les plus estimées sont : *caballero, coscorrones, mantecca* et *bayo*.

Pour la consommation en vert, on cultive aussi les variétés européennes. Les rendements sont considérables, et le haricot chilien est de qualité supérieure.

La majeure partie des produits est consommée dans le pays ; une petite quantité s'exporte en Europe.

La production annuelle atteint près de 500 000 hectolitres.

Pois, lentilles, fèves, pois chiches, sarrasin. — Les pois et les lentilles sont des cultures d'hiver de la région du Sud et de la zone de la côte dans la région centrale.

Ces cultures se font sur les terrains frais et riches des vallées sans le secours de l'irrigation. Les produits sont généralement abondants et d'excellente qualité.

Les pois sont consommés dans le pays, mais les lentilles s'expor-

tent beaucoup et jouissent en Europe d'une excellente réputation. Les fèves et les pois chiches ont moins d'importance et sont considérés comme légumes. Le sarrasin, récemment introduit au Chili, s'y produit merveilleusement dans toutes les régions irriguées ou non.

Dans le Centre et dans le Nord, à l'aide de l'arrosage, on peut faire jusqu'à deux récoltes par an.

La collection de haricots, pois, lentilles, fèves et pois chiches, qui a figuré à l'Exposition universelle de 1889, a été très appréciée. Le jury lui a décerné plusieurs médailles.

Pommes de terre. — La pomme de terre, originaire comme l'on sait de la Cordillère des Andes, où on la rencontre à l'état sauvage sur plusieurs points du Chili, est l'objet d'une spéculation très grande dans tout le territoire de la République, et particulièrement dans le Centre et le Sud. A Chiloé, elle est la base principale de l'alimentation des habitants.

De nombreuses variétés indigènes sont cultivées et donnent toutes d'abondants produits.

La qualité laisse un peu à désirer pour les pommes de terre récoltées dans les terres à peine irriguées du Nord et du Centre ; mais dans les terrains sableux de la côte et du Sud, ainsi que dans les terrains volcaniques de la Cordillère des Andes, les tubercules sont délicieux.

L'irrigation est une condition défavorable à la culture des pommes de terre.

La terrible maladie (*Peronospora infestans*), qui a dévasté durant tant d'années cette précieuse plante en Europe, ne s'est jamais montrée au Chili.

La floraison s'y fait toujours normalement, et la multiplication par graines serait des plus faciles pour la formation des nouvelles variétés.

La quantité récoltée annuellement approche de 2 millions d'hectolitres.

Une grande partie est consommée dans le pays et le reste s'exporte sur toute la côte du Pacifique.

Patate, topinambour, betterave, carotte, navet, chou, melon, pas-

tèque, giraumon (zapallo), *oignon, tomate, piment.* — La patate est cultivée seulement dans quelques vallées de la région du Nord, où elle donne de bons résultats.

Le topinambour, récemment introduit au Chili, vient très bien sur toute l'étendue du territoire ; il est appelé à rendre de grands services à l'agriculture chilienne comme plante-légume et surtout comme plante fourragère.

Les autres plantes fourragères sont cultivées en grand partout et leurs produits jouent un rôle important dans l'alimentation des habitants de la campagne.

De grandes quantités de ces produits sont exportées sur la côte du Pacifique et jusqu'à Panama.

Plantes fourragères.

Les industries zootechniques étant très développées au Chili, les plantes fourragères qui en forment la base ont forcément une grande importance.

Luzerne, trèfle violet, trèfle blanc, ray-grass. Prairies temporaires. — Dans les parties arrosées des régions du Nord et du Centre, les prairies temporaires composées de luzerne, de trèfle violet ou de ray-grass forment la principale base de l'alimentation du bétail.

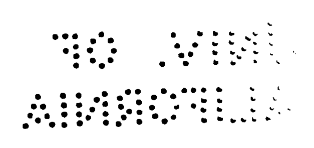
Les luzernières dominent dans le Nord et une partie de la région centrale. Les prairies formées de trèfle et de ray-grass se trouvent surtout dans le Centre-Sud et dans le Sud.

Toutes ces plantes fourragères, quand elles sont placées dans des conditions convenables, produisent énormément.

Généralement les produits sont consommés sur place par les animaux qui vivent en plein air dans ces prairies.

Les meilleures luzernières et les tréflières servent principalement à l'engraissement des bœufs et des vaches laitières. Les autres parties sont réservées aux animaux d'élevage et aux animaux de travail.

Dans ces derniers temps, l'industrie du foin pressé a pris un grand développement au Chili. C'est généralement le foin de luzerne que l'on préfère. Ce produit est l'objet d'une grande exportation pour les mines et pour toute la côte du Pacifique.



Fourrages annuels : maïs, orge, avoine. — Le maïs-fourrage pour la consommation en vert ou pour l'ensilage est actuellement cultivé sur une grande échelle au Chili, dans la région centrale principalement.

Autour des grandes villes on cultive l'orge et l'avoine pour alimenter les chevaux durant l'hiver. Ces fourrages verts remplacent la luzerne et le trèfle qui ne sont abondants que durant l'été.

Prairies naturelles. Herbages de montagnes. — Les prairies naturelles ou permanentes sont peu nombreuses au Chili, elles existent seulement dans quelques parties de la région du Sud. Il n'en est pas de même des pâturages des montagnes qui occupent d'immenses étendues dans la chaîne des Andes et sur la Cordillère de la côte. On distingue les pâturages d'été et ceux d'hiver.

Les premiers sont situés à une grande altitude et se couvrent de neige pendant l'hiver. Les seconds occupent les vallées basses et abritées où la neige n'arrive jamais.

Plantes-racines : betteraves, carottes, navets, etc. — La culture des plantes fourragères est encore très restreinte au Chili, mais elle devra prendre une certaine importance plus tard, dans le Centre et dans le Sud, lorsque ces régions seront arrivées au degré de progrès auquel elles peuvent atteindre.

Plantes industrielles.

Aucun pays ne se prête mieux que le Chili à la culture des plantes industrielles propres au climat tempéré.

Si ces plantes n'ont pas encore atteint le degré d'importance qu'elles doivent avoir, cela tient à des circonstances économiques qui se modifient tous les jours. Mais bientôt la culture industrielle s'imposera par la force même des choses dans toutes les vallées et plaines arrosées du Nord et du Centre du Chili.

Les principales plantes industrielles se cultivant actuellement au Chili sont : la betterave à sucre, le chanvre, le lin, le tabac, le colza, le sorgho et le houblon.

La betterave saccharine est cultivée pour fournir aux besoins de deux sucreries récemment établies dans la région centrale. Cette

nouvelle industrie est protégée d'une façon efficace, et il y a place pour un grand nombre de fabriques, car le pays est grand consommateur de sucre.

Le chanvre cultivé dans le Nord et le Centre donne des produits supérieurs. La corderie est très florissante au Chili.

Le lin est principalement cultivé comme plante granifère, mais il pourrait produire d'excellentes fibres, si sa culture était faite dans ce but.

La graine de lin sert à la fabrication de l'huile qui est très recherchée au Chili pour la peinture.

Cette graine est aussi l'objet d'une exportation ayant une certaine importance.

Le tabac, le colza et le sorgho à balais sont aussi cultivés dans les principales régions agricoles du pays. Leurs produits sont transformés et consommés sur place, et ne donnent lieu à aucune exportation.

Tous ces produits ont figuré à l'Exposition universelle de 1889 et ont obtenu diverses récompenses.

Le houblon, à peine connu au Chili, formera plus tard une culture industrielle importante. L'échantillon présenté à l'Exposition de Paris était de très belle qualité.

VITICULTURE

Vins. — Eaux-de-vie. — Liqueurs.

La vigne est cultivée depuis longtemps dans le pays. Elle y fut introduite par les Espagnols immédiatement après leur arrivée dans cette contrée; mais la viticulture chilienne n'a pris d'importance réelle que depuis un quart de siècle, à la suite de l'introduction des cépages français et des méthodes culturales modernes.

Le Chili présente des conditions exceptionnellement favorables à l'industrie viticole, et ce pays est appelé à devenir promptement un grand producteur d'excellents vins de toutes sortes.

Les vignobles s'étendent depuis l'extrême Nord jusqu'au 39e degré de latitude sud. On distingue deux régions viticoles bien diffé-

rentes ; les vignes arrosées et les vignes des terrains non irrigués. Les premières se trouvent dans les plaines et les vallées des régions du Nord et du Centre ; les secondes occupent les plateaux peu élevés et les coteaux de la zone de la côte, dans la région du Sud seulement. Les vignes arrosées sont palissées sur fils de fer, soutenus par des poteaux en bois, et soumises à la taille longue ; les autres sont à tiges basses sans soutien et taillées court.

Dans chacune de ces régions viticoles, il y a les vignes appelées *anciennes* ou *du pays,* qui se composent de plants espagnols, et les vignes nouvelles, appelées *vignes françaises,* formées des principaux cépages fins du Bordelais et de la Bourgogne.

Les vignobles nommés *français* sont généralement bien plantés, cultivés avec soin, et beaucoup d'entre eux peuvent supporter la comparaison avec les meilleures vignes européennes.

La vinification et le travail des vins dans les caves n'ont pas encore atteint le degré de perfection auquel est arrivé la viticulture.

Sous ce rapport, il y a de grands progrès à réaliser. Les viticulteurs européens et les grands négociants de vins trouveraient au Chili un vaste champ pour exercer leurs industries.

L'étendue totale du vignoble chilien est actuellement de près de 100000 hectares, en comptant les nouvelles plantations des dernières années, qui ne produisent pas encore.

Si la création de nouveaux vignobles suit le mouvement progressif qui se dénote depuis quelque temps dans le pays, en peu d'années l'étendue totale arrivera à 500000 hectares. Mais ce sera bien peu encore, car le Chili possède plus de 3 millions d'hectares propres à la culture de la vigne. Les seules maladies observées jusqu'à présent dans les vignobles du Chili sont : l'oïdium, l'érinéum et l'anthracnose.

Les produits par hectare sont de 40 à 60 hectolitres pour les vignobles non arrosés et de 80 à 120 hectolitres pour ceux soumis à l'irrigation ; c'est un rendement supérieur à celui de beaucoup de vignes européennes, et cependant les frais culturaux sont moins élevés.

La production des vins de toutes sortes a été, en 1888, de plus de 2 millions d'hectolitres.

Les principaux vins sont : vins de table rouges et blancs ; vins liquoreux blancs et rosés, et les vins cuits.

Jusqu'à présent, presque tous ces vins se consomment dans le pays ; l'exportation est encore peu développée, elle se fait principalement au Pérou, en Bolivie et sur toute la côte du Pacifique, jusqu'à Panama.

Actuellement, les cours auxquels se vendent les vins chiliens dans le pays sont les suivants :

Vins nouveaux de l'année, en fûts, de bonne qualité, de 10 à 15 piastres[1] l'hectolitre ;

Vins vieux, en bouteilles, bonne qualité, de 6 à 8 piastres la caisse de 12 bouteilles ;

Les vins de qualité supérieure se vendent, la caisse de 12 bouteilles, de 10 à 15 piastres ;

Plusieurs échantillons de vins courants, bonne qualité, de l'année, ont été vendus à Bordeaux, en décembre 1888, 700, 800 et 900 fr. le tonneau.

Frais d'établissement des vignobles au Chili. — Ils sont assez élevés et varient suivant les localités.

Pour les vignes arrosées, on compte de 800 à 1 000 piastres par hectare et, pour celles non irriguées, de 300 à 500 piastres.

A cela il faut ajouter le terrain dont la valeur varie de 300 à 600 piastres l'hectare pour les vignes soumises à l'irrigation, et de 200 à 300 piastres pour celles non arrosées.

Frais culturaux annuels. — Une bonne culture pour les vignobles arrosés coûte de 300 à 500 piastres par hectare et de 200 à 300 piastres pour les vignobles non irrigués.

Dans la région viticole du Nord et dans celle du Sud, on distille des vins musqués qui donnent une eau-de-vie spéciale appelée *pisco* et qui jouit d'une certaine renommée.

On distille aussi des vins ordinaires ; mais, en général, on emploie des procédés trop imparfaits pour obtenir le résultat qu'il est possible d'espérer. Les vins chiliens sont assez riches en alcool, et celui de la Folle-Blanche (qui produit le cognac) est particulière-

1. La piastre vaut de 2 fr. 50 à 3 fr., suivant le cours du change.

ment remarquable. En étendant la culture de ce cépage qui produit énormément au Chili, on aurait bientôt une base sérieuse pour la fabrication des eaux-de-vie de bonne qualité.

La fabrication des liqueurs est encore peu développée ; cependant les débouchés ne manquent point et on y trouve tous les éléments nécessaires à cette industrie.

HORTICULTURE

Plantes potagères. — Dans les pays à climat lumineux, les légumes et toutes les plantes alimentaires ont une importance marquée. C'est ce qui a lieu au Chili. Outre les légumes cultivés en grand comme plantes sarclées dans les *chacras*, les plantes potagères sont aussi l'objet de cultures spéciales dans les jardins maraîchers et les jardins fruitiers. La plupart des légumes d'Europe sont connus au Chili.

La *Quinta Normal de agricultura*, de Santiago, a fait beaucoup pour la propagation dans le pays des meilleures espèces et variétés.

La culture des artichauts et surtout celle des asperges constituent actuellement des industries très lucratives pour ceux qui s'y livrent avec intelligence.

Fleurs. — Le goût des fleurs est aujourd'hui très répandu au Chili. On y cultive avec succès les principales espèces et variétés connues en Europe.

ARBORICULTURE

Arbres et arbustes forestiers et d'ornement. — Au Chili, comme dans tous les pays neufs, la conquête des terrains nouveaux pour les besoins de l'agriculture et leur appropriation aux diverses industries rurales ont entraîné la destruction plus ou moins complète des arbres et arbustes indigènes, partout où ils croissaient spontanément dans les vallées, les plaines et les plateaux, aujourd'hui cultivés.

Les mines ont aussi puissamment contribué au déboisement des montagnes, principalement dans les régions du Nord et du Centre. Cependant, sous un climat lumineux, les bois et les plantations de toutes sortes, convenablement distribués, constituent une nécessité

pour l'agriculture qui a besoin d'ombrage pour ses animaux et de bois pour ses constructions.

Enfin d'immenses étendues dans les vallées, les plaines et sur les versants des coteaux autrefois stériles, sont aujourd'hui fertiles, grâce aux irrigations artificielles, et propres, par conséquent, aux plantations arboricoles.

Les clôtures forment actuellement partie du système cultural, partout où cela est possible, on remplace les murs de terre par des haies vives et des lignes d'arbres.

D'un autre côté, par suite du progrès général, les propriétaires terriens ont été amenés à créer des parcs et jardins autour de leurs habitations de campagne. Les villes nouvelles et les anciennes qui s'agrandissent chaque jour ont aussi besoin d'arbres pour leurs places et avenues. Par suite de ces diverses raisons, le Chili s'est trouvé dans des conditions particulières relativement à l'arboriculture et a bientôt cherché à répondre à tous ses besoins. De nombreuses plantations ont été faites par les agriculteurs dans les diverses régions arrosées et on a cherché à remplacer partout où cela a été possible, les anciens bois détruits.

La *Quinta Normal de agricultura* de Santiago s'est occupée d'une façon toute particulière de la multiplication et de la propagation des arbres forestiers et d'ornement, dans tout le pays. Malgré les importants résultats obtenus, il reste encore beaucoup à faire sous ce rapport.

Les arbres et arbustes forestiers les plus généralement cultivés au Chili sont les suivants :

Pin maritime et de Californie.	Frênes.	Peupliers.
Cyprès.	Genêts.	Sureaux.
Casuarina.	Marronniers.	Tulipier.
Eucalyptus	Magnoliers.	Acacia melanoscylon.
Acacia robinia.	Orme.	Ligustrum du Japon.
Chênes.	Osier.	Sophora.
Érables.	Platane.	Tilleul.

Arbres et arbustes économiques. — Parmi les indigènes, il convient de citer les suivants :

Quillay. — L'écorce s'exporte en grande quantité et est connue en Europe sous le nom de bois de Panama.

Maqui. — Cet arbre donne des baies noires tinctoriales, qui s'exportent en Europe pour colorer les vins.

Palmier du Chili. — Ses fruits (*coquitos*) sont comestibles, et de sa tige on retire un miel très estimé et de la fibre pour la fabrication du papier.

Algorrobito. — Il produit une gousse renfermant, en grande abondance, une résine fort employée pour la teinture et pour la fabrication de l'encre.

Lingue. — Cet arbre donne pour la tannerie une écorce considérée comme supérieure.

Chêne-liège. — Récemment introduit, il prospère très bien dans le Centre et est appelé à jouer un grand rôle plus tard.

Arbres fruitiers. — Bien peu de pays se trouvent dans des conditions aussi favorables que le Chili, pour la production des fruits propres à la région tempérée. Dans toutes les zones agricoles, les arbres fruitiers croissent admirablement et fructifient avec une facilité extraordinaire.

Pour la plupart des fruits, la production annuelle est assez uniforme ; les récoltes sont abondantes tous les ans, et les produits de bonne qualité.

La majeure partie des maladies et accidents climatériques si fréquents ailleurs et qui détruisent les récoltes ou les diminuent notablement, sont presque inconnus au Chili.

La culture des arbres fruitiers ne présente aucune difficulté, et tous les soins minutieux, absolument nécessaires dans beaucoup de contrées d'Europe, n'ont point leur raison d'être dans ce pays. Cette production est donc économique. Les habitants sont très amateurs de fruits et en font une grande consommation.

Les mines et les centres miniers de la région du Nord constituent un débouché important, ainsi que toute la côte du Pacifique jusqu'à Panama, qui ne produit pas de fruits des régions tempérées.

Malgré une situation aussi favorable, cette branche de la production laisse encore beaucoup à désirer. Quand les agriculteurs comprendront les ressources que leur offre cette industrie, on étendra

les plantations fruitières, et le Chili pourra devenir un grand centre d'exportation de fruits frais et conservés.

Dès le début, la *Quinta Normal de agricultura* de Santiago a compris l'importance de cette question et s'est occupée, d'une façon active, de la multiplication et de la propagation des meilleures espèces et variétés, qu'elle a fait venir d'Europe.

Les principaux arbres fruitiers cultivés dans les vergers et jardins sont les suivants:

Pommiers.	Pêchers.	Néfliers du Japon.
Poiriers.	Pruniers.	Framboisiers.
Cognassiers.	Cerisiers.	Groseilliers.
Grenadiers.	Abricotiers.	Figuiers.
Orangers.	Amandiers.	Figue de Barbarie.
Citronniers.	*Lucumos.*	Noyers.
Cédratiers.	Avocatiers.	Châtaigniers.
Chirimoyos.	Néfliers de Germanie.	Oliviers.

Les raisins secs du Huasco jouissent d'une grande réputation : ils sont considérés comme les meilleurs du monde. Les figues sèches, les pruneaux du Chili sont aussi excellents.

A l'Exposition universelle de 1889 à Paris, ces produits ont obtenu plusieurs médailles.

ZOOTECHNIE GÉNÉRALE

Conditions générales de la production animale. — La production animale occupe un rang important dans l'agriculture chilienne. Les industries zootechniques ont toujours été en grande faveur dans le pays.

Les climats des régions agricoles sont des plus favorables aux animaux domestiques, qui peuvent vivre partout en plein air durant une bonne partie de l'année.

Les plaines et les vallées arrosées fournissent d'abondants et riches fourrages ; les montagnes de la Cordillère andine et celles de la côte renferment de grands pâturages naturels qui servent à la transhumance ; enfin, toute la région du Sud, par suite de son cli-

mat humide, est éminemment propre à la production herbacée et pourra bientôt devenir un centre important d'élevage.

Si les conditions naturelles pour la production animale sont presque partout favorables au Chili, les débouchés ne manquent pas non plus. Outre la consommation locale, relativement grande, les nombreuses mines du Centre et du Nord, les salpêtrières de Tarapaca et presque toute la côte du Pacifique jusqu'à Panama, sont approvisionnées par les animaux provenant des parties agricoles du pays.

Actuellement, la consommation est bien supérieure à la production, et la différence est fournie par les animaux importés de la République argentine.

Il y a donc de sérieux progrès à réaliser dans le domaine des entreprises zootechniques pour arriver à fournir aux besoins sans cesse croissants.

Dans ces derniers temps, de nombreuses importations d'animaux reproducteurs d'Europe ont été effectuées par les grands propriétaires, dans le but d'améliorer les animaux communs du pays et d'obtenir une meilleure utilisation des fourrages consommés.

Les heureuses modifications déjà obtenues dans la masse des animaux indigènes, par ces constantes introductions de reproducteurs choisis, montrent ce que l'on peut espérer plus tard, et indiquent aussi les changements à faire pour arriver à de meilleurs résultats.

La *Quinta Normal de agricultura* de Santiago, par l'enseignement de son institut agricole et par ses importantes sections d'animaux reproducteurs, est un facteur puissant dans les améliorations zootechniques qui marchent à grands pas actuellement.

Les concours annuels d'animaux reproducteurs qui ont eu lieu à la *Quinta Normal*, sous le patronage de la Société nationale d'agriculture, contribuent aussi, pour une large part, à ce progrès.

ZOOTECHNIE SPÉCIALE

Espèce chevaline. Cheval de selle. — Le cheval de selle chilien, d'origine andalouse, jouit d'une grande réputation. Harmonieux dans ses formes, il est bien dressé, doux, robuste, résistant, sobre

et infatigable. Il est considéré comme le meilleur cheval de montagne.

Ces brillantes qualités sont dues principalement aux conditions spéciales de climat et de terrain dans lesquelles s'effectue l'élevage des animaux, et au dressage tout particulier auquel ils sont soumis avant d'être livrés au service.

Cheval de trait. — Les grands progrès réalisés pendant ces dernières années, dans les diverses industries rurales, ont déterminé des nécessités nouvelles. C'est ainsi que les chevaux de trait, inconnus autrefois au Chili, commencent à se répandre de plus en plus dans le Nord et le Centre. Ces animaux sont employés aux labours, à la traction des machines agricoles servant à la récolte des foins et des céréales, et au transport des produits des fermes.

Le type le plus apprécié est le cheval percheron. Les croisements obtenus avec les juments du pays donnent un produit léger très recherché pour le service des villes.

D'introduction récente, les chevaux percherons et leurs croisements se propagent très vite. Dans un avenir prochain, ils joueront un grand rôle dans toutes les plaines et les vallées irriguées, en remplaçant les bœufs comme animaux de trait.

Cheval carrossier. — Autrefois le cheval de selle était le seul moyen de transport, aujourd'hui les voitures sont d'un usage général, aussi bien à la campagne qu'à la ville. Le cheval carrossier est donc actuellement très répandu au Chili.

Les carrossiers de luxe dérivent du *cleaveland-bay* et de l'anglo-normand. Plusieurs grands propriétaires de la région centrale s'occupent spécialement de l'élevage de ces animaux et en retirent un grand profit, soit en les vendant dans le pays ou dans les Républiques voisines, où ils sont appréciés.

Cheval de course. — Les différentes sociétés hippiques ont organisé des courses dans diverses localités du pays ; ces fêtes sont très suivies. Le cheval de course a donc une certaine importance au Chili. Plusieurs types de grande valeur ont été importés d'Angleterre, et l'élevage de ces animaux se fait sur une certaine échelle dans le pays.

Les fourrages verts servent de base à l'alimentation du cheval. A

la campagne, il vit comme les autres animaux toute l'année au pâturage. A la ville, il reçoit de l'herbe fraîche à l'écurie, et en hiver de la paille ou du foin. Il ne mange jamais de grain.

Les étalons, les chevaux de course et de luxe font exception. On leur donne quelquefois de l'orge en grain.

Espèce asine. — Dans le nord et la partie montagneuse du Centre, les ânes sont très employés au transport et rendent de grands services. L'élevage de ces animaux se fait surtout dans la région centrale.

Mule. — Dans les districts miniers du Nord et du Centre, la mule est le principal moyen de transport employé pour les besoins de cette très importante industrie. Cet animal est très recherché et d'un prix assez élevé.

La production de la mule se fait dans quelques provinces du Centre, mais elle est insuffisante, car on importe beaucoup de mules de la République argentine.

Espèce bovine. — Les animaux de l'espèce bovine sont très nombreux et jouent le rôle le plus important parmi les industries zootechniques.

Par suite de la grande importation de reproducteurs Durham, l'ancienne race introduite par les Espagnols s'est complètement transformée dans les plaines et les vallées arrosées du Nord et du Centre. Elle n'a pas subi la même transformation dans le Sud et les autres régions montagneuses du pays, où la fertilité du sol est moindre. Cette amélioration du bétail serait bien plus grande encore si l'on abritait les animaux pendant l'hiver, et si on leur donnait une alimentation plus abondante dans cette saison.

L'élevage des animaux bovins se fait surtout dans le Sud et dans les parties non irriguées du Centre.

L'industrie laitière et celle de l'engraissement se font dans les riches prairies arrosées du Centre et du Nord.

L'élevage des animaux bovins est loin de satisfaire aux besoins de la consommation intérieure et à ceux de l'exportation qui se fait en grande quantité sur toute la côte du Pacifique, jusqu'à Panama. Chaque année, environ 200 000 animaux argentins entrent au Chili, où ils viennent s'engraisser dans les herbages du Centre, pour être exportés ensuite dans le Nord.

Industrie laitière. — Cette industrie est nouvelle au Chili. Il y a vingt ans, le beurre n'était guère connu que de nom. En dehors de la vente du lait dans les villes et de la fabrication du fromage (appelé *queso del pais*), cette branche industrielle de la zootechnie était absolument nulle.

Les grands progrès réalisés par l'agriculture chilienne, l'augmentation du bien-être général, l'accroissement des débouchés extérieurs, ont favorisé, dans ces dernières années, le développement des industries zootechniques, et particulièrement de l'industrie laitière.

De grands troupeaux de vaches laitières ont été formés dans les principales fermes des vallées et des plaines arrosées. A la vente du lait en nature, sont venus s'ajouter les procédés de conservation et de condensation, pour l'expédition de ce produit dans les districts miniers et pour la navigation du Pacifique.

Il y a des laiteries mécaniques, parfaitement installées, et aujourd'hui c'est par centaines qu'on les compte au Chili. Plusieurs fromageries importantes fabriquent des fromages de Gruyère, Chester, Brie, Camembert, etc.

Actuellement l'industrie laitière est des plus florissantes, et il est probable que cette situation se soutiendra longtemps. Chaque jour s'ouvrent des débouchés nouveaux, et malgré l'augmentation de la production, les prix de vente resteront encore rémunérateurs.

Espèce ovine et caprine. — Les moutons sont assez nombreux dans le pays ; ils subissent les mêmes transformations que les bêtes bovines. On travaille à les améliorer pour la production de la viande, et les meilleurs types anglais introduits dans les principaux troupeaux y ont apporté leur bonne conformation, leur précocité et la qualité supérieure de leur viande.

Les plus grands troupeaux de bêtes à laine existent dans la zone de la côte, dans les régions du Centre et du Sud. Les moutons ne prospèrent pas dans les terrains argileux.

La laine trouve peu d'emploi dans le pays ; presque toute la production est donc exportée, et la valeur de cette exportation atteint de 6 à 7 millions de francs par an.

C'est au Chili que l'on trouve les chabins. Ce sont des métis pro-

venant du bouc et de la brebis, féconds sans limite, dont la peau couverte d'un poil rude plus ou moins laineux sert à la confection des selles des gens de la campagne. L'importance de ces animaux est toute locale et tend à diminuer.

Les laines exhibées dans la section chilienne, à l'Exposition de 1889 à Paris, ont été très appréciées et ont obtenu diverses récompenses.

Les chèvres sont très abondantes dans le Nord et dans les parties montagneuses de la région du Centre. Dans ces contrées trop sèches et trop arides pour les animaux bovins, les chèvres rendent un précieux service. Leur lait remplace celui des vaches et sert aussi à la fabrication du fromage. La viande de chevreau est très appréciée et les peaux trouvent un débouché avantageux.

Dans ces derniers temps, on a introduit la chèvre laitière de Malte et la chèvre d'Angora.

Espèce porcine. — Les porcs ne sont pas très nombreux au Chili, l'usage de leur viande est peu répandu, excepté dans le Sud et sur le littoral du Pacifique. Mais les débouchés extérieurs ne manquent pas, et le prix de vente en est toujours très élevé; c'est donc une industrie très lucrative et qui est appelée à prendre un grand développement.

L'introduction des porcs anglais Berkshire et Yorkshire a permis d'améliorer l'ancienne race napolitaine existant dans le pays; elle se transforme rapidement. Le développement de l'industrie laitière et de celle des autres industries agricoles, dont les résidus peuvent être utilisés par les porcs, permettra bientôt d'augmenter d'une façon économique la race porcine.

Basse-cour. — Les produits de la basse-cour sont très estimés et entrent pour une large part dans l'alimentation générale. En outre, il se fait une grande exportation de ces produits sur la côte du Pacifique.

La production actuelle n'est pas en rapport avec les débouchés intérieurs et extérieurs; aussi les prix des œufs et des volailles sont relativement très élevés.

L'aviculture est une industrie qui offre de grands avantages au Chili, et il faut espérer qu'elle ne tardera pas à s'y développer de façon à satisfaire tous les besoins.

Les animaux de basse-cour que l'on élève généralement sont : poules, canards, oies, dindes, pintades, pigeons.

Les lapins domestiques, récemment introduits, se sont vite propagés.

Apiculture. — Le Chili présente des conditions exceptionnellement favorables pour l'apiculture. Cette industrie, d'introduction récente, avait pris un grand essor dans les vallées du Sud et du Centre. Seulement le prix actuel de la cire et du miel a causé un arrêt dans son développement, et elle est aujourd'hui en décadence.

Sériciculture. — Ainsi que pour l'apiculture, le Chili présente des conditions tout à fait favorables à l'industrie des vers à soie. Il y a vingt-cinq à trente ans, des entreprises séricicoles furent faites en grand dans diverses localités du Centre et du Nord. Là comme ailleurs ces grandes éducations donnèrent de mauvais résultats. Cet insuccès a retardé jusqu'à présent l'essor que devait prendre cette industrie dans le pays.

Cependant il existe naturellement quelques petits éducateurs qui obtiennent des produits abondants et de première qualité. C'est en suivant leur voie que l'on arrivera à créer d'une façon sérieuse l'industrie séricicole au Chili.

Les cocons et les soies présentés à l'Exposition de Paris en 1889 ont été remarqués,

Les grands progrès réalisés dans ces derniers temps dans toutes les industries zootechniques, sont dus à la sollicitude du Gouvernement, aux efforts constants de la Société nationale d'agriculture de Santiago, et surtout à la *Quinta Normal,* par son enseignement de l'Institut agricole, et par ses importantes sections d'animaux domestiques, qui servent de type aux agriculteurs.

En résumé, l'exposition chilienne a été une révélation sur la vitalité agricole e ce grand pays dont nous soupçonnions à peine la productivité. Contrairement à ce que nous avons constaté pour d'autres pays, c'est principalement aux institutions scientifiques et techniques que le Chili doit d'être entré rapidement dans la voie qui s'annonce si brillamment pour lui. Ce progrès est dû pour une très large part à M. Le Feuvre. Le mouvement imprimé aux irrigations et à la création de vignobles a été surtout provoqué et dirigé depuis un quart

de siècle par un autre de nos compatriotes, M. Aninat ; l'influence française s'est donc très heureusement manifestée au Chili dans les diverses branches de l'agriculture et des travaux publics.

VÉNÉZUÉLA

Description sommaire du Vénézuéla. — Colonies agricoles. — Les gisements de nitrate de soude et de guano. — L'exposition de M. Marcano. — La vie organique sous les tropiques. — Travaux de MM. Müntz et Marcano. — Les peptones artificielles.

Tout le territoire de la République de Vénézuéla est situé dans la zone torride, entre 1°40 latitude sud-est et 12°16 latitude nord. Grâce au relief du pays, tous les climats de la terre s'y rencontrent, depuis celui des neiges perpétuelles jusqu'à celui des plaines équatoriales. D'après les recensements, dont les résultats étaient exposés dans le gracieux pavillon du Champ de Mars, aucun pays ne serait aussi favorisé sous le rapport de la longévité humaine. En 1881, on comptait au Vénézuéla 198 individus âgés de 100 à 125 ans, ce qui correspond à un centenaire pour 10 486 habitants, y compris les 70 000 indigènes des hauts territoires (Orénoque, Amazone). Ce chiffre dépasse de beaucoup celui des nations européennes, où l'on ne rencontre qu'un centenaire pour 67 000 habitants (Espagne), pour 71 000 habitants (Italie), et pour 190 000 habitants (France). La mortalité moyenne annuelle au Vénézuéla est de 21 p. 1 000.

Il n'y a que deux saisons au Vénézuéla, la saison sèche ou été, qui commence en novembre et finit en mai, et la saison des pluies ou hiver. Le pays est divisé en trois zones bien marquées qui sont : la zone agricole, la zone des pâturages et la zone des forêts. Dans la première, qui occupe une surface de 349 472 kilomètres carrés, se trouve la presque totalité des plantations de canne à sucre, café, cacao, céréales, etc. ; on y rencontre aussi un nombreux bétail.

La zone des pâturages (400 000 kilomètres carrés), couverte de

graminées gigantesques, est le siège principal des troupeaux ; on y voit cependant quelques terres cultivées.

Dans la zone des forêts on trouve de grandes plantations naturelles de caoutchouc, de fève de tonka, de jubé, de copahu, de vanille, qui sont exploitées aujourd'hui avec grand profit par les habitants des territoires du haut Orénoque, Amazone et Caura. La quantité de palmiers et plantes textiles y est innombrable. Cette zone est d'une richesse extraordinaire en produits végétaux spontanés; elle occupe une surface de 789 900 kilomètres carrés. La superficie totale de la République s'élève donc à 1 589 342 kilomètres carrés.

La valeur des terrains agricoles et des pâturages varie nécessairement beaucoup suivant les conditions naturelles, la position qu'ils occupent par rapport aux voies de communication et suivant que ces terrains appartiennent à des particuliers ou sont le domaine de l'État.

Les terrains des particuliers (383 484 kilomètres carrés) correspondent à peu près au quart de la superficie totale.

Les terrains agricoles des particuliers valent de 20 fr. à 7 000 fr. l'hectare, suivant conditions. Les prix des terrains d'élevage, selon qu'ils possèdent ou non des pâturages spécialement favorables à l'engraissement, varient de 2 000 à 5 000 fr. la lieue, soit les 31 kilomètres carrés. Quant à la valeur des terrains nationaux, une loi spéciale, très favorable à l'immigration, la détermine, ainsi que les conditions de leur acquisition. Des dispositions spéciales fixent, dans le code des mines, l'achat et la propriété des terrains miniers qui sont, on le sait, l'une des plus grandes richesses du Vénézuéla.

Depuis la pacification complète du Vénézuéla, sous l'impulsion et la direction de Gusman Blanco, les mesures libérales et les efforts énergiques en vue d'aider l'immigration ont puissamment contribué à attirer les étrangers. On a créé deux grandes colonies agricoles où l'immigrant laborieux trouve une hospitalité sûre et devient, sans autre effort que son travail personnel, propriétaire territorial.

La colonie Gusman Blanco, située dans la section Bolivar, à 1 800 mètres d'altitude, d'une superficie de 555 kilomètres carrés, est en terrains montagneux propres à l'agriculture, bien arrosés et

fertiles. Elle compte 100 cabanes pour les colons dans les 10 districts qui forment son territoire. Elle possède 236 maisons appartenant à des particuliers, et 11 usines pour le battage du café, la sucrerie, les grains, le manioc, etc. Cette colonie a 125 habitations et plantations produisant annuellement 500 000 kilogr. de café. Dans son ensemble, la colonie comprend plus de 2 millions de plants de café, appartenant à 417 propriétaires.

Pour obtenir les animaux dont ils ont besoin pour les cultures, les colons s'adressent aux troupeaux voisins, qui leur procurent le bétail à des prix très modiques : un attelage de bœufs vaut 300 fr., un cheval ou un mulet 200 fr., un âne 40 fr., une vache à lait 150 fr., et une chèvre 4 à 6 fr.

Le climat de la colonie est très doux; la température des hauteurs est de 10 degrés, celle des plateaux inférieurs de 20 à 25 degrés. Au 1er janvier 1886, la population de la colonie Gusman Blanco était de 1 600 habitants.

La colonie Bolivar, créée également par le général Blanco en 1874, a 22 kilomètres carrés de surface. Le sol est en partie plat et arrosé par l'Areira, qui peut fournir la force motrice nécessaire aux usines. Elle compte 440 habitants. Il s'y est établi déjà 14 plantations de café et 200 plantations de maïs, etc.

Le gros bétail constitue la principale richesse des éleveurs : puis viennent les chevaux, les porcs, les chèvres et les moutons.

La valeur des produits de l'élevage exportés en 1886 s'est élevée à 7 600 000 fr. L'accroissement de l'élevage a été rapide depuis une quinzaine d'années, comme on peut en juger par les chiffres suivants qui permettent la comparaison entre les années 1873 et 1886 :

	1873. — Têtes.	1886. — Têtes.
Bœufs et vaches	1 389 292	5 275 481
Chèvres et brebis	1 128 273	4 645 858
Chevaux et mulets	141 000	922 306
Anes	281 000	769 020
Porcs	362 597	1 139 085
Totaux	3 302 162	12 751 750

Comme la plupart des républiques de l'Amérique, le Vénézuéla

tire une part très considérable de ses revenus des droits qui frappent à l'entrée les produits étrangers. Les droits de douane se sont élevés, en 1886, à 17 251 315 fr., pour une importation de 71 481 tonnes de produits divers ayant une valeur totale de 47 163 277 fr., soit un droit de douane moyen de 36.5 p. 100 *ad valorem!* Le budget total des recettes étant de 27 341 184 fr. pour la même année, les deux tiers des revenus des États-Unis du Vénézuéla sont donc fournis par la douane. Les deux conséquences naturelles de la protection poussée à ce point sont, pour le consommateur, un prix élevé de tous les produits exotiques et des salaires également élevés en raison de la cherté de la vie. Un journalier, logé et non nourri, reçoit par mois de 100 à 140 fr.; nourri, de 50 à 80 fr. Un laboureur ayant quelques connaissances spéciales, un agriculteur, horticulteur, etc., gagne, nourri et logé, 120 fr. et plus par mois; les ouvriers, suivant leurs aptitudes, trouvent aisément un salaire de 6 à 12 fr. par jour. Les denrées alimentaires, dans les villes et centres de population, sont relativement d'un prix assez élevé; la viande vaut de 0 fr. 50 c. à 1 fr. 50 c. le kilogr.; le poisson, de 0 fr. 75 c. à 1 fr.; le pain de froment, 1 fr. le kilogr.; celui de maïs, 0 fr. 50 c.; le lait, 0 fr. 75 c. à 1 fr. le litre.

Les principaux produits d'exportation sont : le café et le cacao. En 1886, le Vénézuéla a livré au commerce extérieur pour 39 millions de francs de café et pour plus de 5 millions de kilogrammes de cacao, valant 8 millions et demi de francs. L'or et les métaux, le bétail, le sucre, le coton, les produits du bois et des végétaux tropicaux forment ensuite une part très importante de l'exportation. La valeur totale des produits exportés en 1885 (84 000 tonnes) s'est élevée à 82 304 287 fr. Le mouvement commercial du Vénézuéla, effectué à l'aide de 9 263 navires, représente, pour l'année 1886, un tonnage de 272 415 tonnes, et une valeur de près de 204 millions de francs.

L'instruction publique et le haut enseignement sont très développés au Vénézuéla. L'attention des savants et des agronomes a été très vivement attirée, dans la belle exposition des produits de la République, sur la vitrine où M. Marcano, ingénieur des arts et manufactures, a réuni les produits des recherches qu'il a entre-

prises, seul ou avec la collaboration de M. A. Müntz, sur diverses questions du plus haut intérêt pour l'agriculture et la physiologie. Nous allons en faire connaître les traits essentiels.

1° *Recherches sur les terres nitrées du Vénézuéla, et sur l'origine des gisements du nitrate de soude.*

Dans certaines localités des régions tropicales, on observe des gisements de terres nitrées ; dans le cours de ses voyages d'explorations scientifiques, M. Marcano a eu l'occasion d'étudier sur place des gîtes de cette nature ; il en a découvert de très importants sur les côtes du Vénézuéla et dans l'intérieur des terres. Les recherches effectuées par MM. Müntz et Marcano sur des échantillons prélevés en des points très nombreux, démontrent que ce nitre est formé non par l'action de l'électricité atmosphérique, comme on l'avait admis jusqu'ici, mais par les résidus de la vie animale, sous l'influence du ferment nitrique.

Les échantillons présentés permettent de suivre la formation de ces terres nitrées. La matière organique est fournie par des guanos, déjections de chauves-souris, cadavres d'animaux, élytres d'insectes ; ces débris d'animaux sont accumulés sur certains points de la côte du Vénézuéla en masses tellement considérables qu'on est autorisé à fonder sur l'emploi de cette matière éminemment fertilisante (5 à 11 p. 100 d'azote et 4 à 8 p. 100 d'acide phosphorique) autant d'espérances que sur les gisements de guano du Pérou. Cet azote organique s'est, dans la suite des temps, peu à peu transformé en azote nitrique qui, sous forme de nitrate de chaux, constitue, en mélange avec les terres, des gisements immenses dont l'agriculture pourra certainement tirer parti comme elle tire parti des caliches du Pérou. Certaines de ces terres nitrées renferment en effet jusqu'à 25 p. 100 de nitrate de chaux, qu'on a pu extraire à l'état de sel cristallisé. En lessivant ces terres mélangées de cendres végétales, on obtient du nitrate de potasse, engrais très concentré et facilement transportable.

L'origine des gisements de nitrate de soude découle naturellement des recherches de MM. Müntz et Marcano, le nitrate de chaux

formé se trouvant en présence des eaux de mer donne par double décomposition du chlorure de calcium qui s'en va dans le sous-sol, et du nitrate de soude qui reste sur place ou bien est transporté par les eaux pluviales dans les endroits où on l'exploite actuellement.

L'ensemble de ces recherches et des échantillons présentés offre un intérêt, non seulement au point de vue scientifique, au point de vue de l'étude des phénomènes naturels qui se passent à la surface du globe, mais aussi au point de vue de l'agriculture qui cherche partout les engrais en abondance et à bas prix.

2° *Étude des fruits tropicaux.*

Les régions tropicales offrent une diversité de végétaux qui depuis longtemps ont provoqué les recherches des botanistes ; les fruits les plus variés et les plus curieux viennent en abondance sous ce climat exceptionnel, et si l'on ne connaissait les difficultés très grandes que présente l'analyse immédiate des substances végétales, l'on devrait s'étonner que les chimistes n'aient pas été tentés de porter leurs études sur ce point presque inexploré de la chimie organique. C'est que, d'une part, les savants de l'Amérique du Sud ne sont pas suffisamment outillés pour poursuivre sur place ces délicates recherches ; c'est que, d'autre part, les savants européens ont de la peine à se procurer des échantillons authentiques et choisis en temps opportun. MM. Müntz et Marcano ont pu réunir les meilleures conditions pour réaliser des recherches dans cet ordre d'idées, et c'est particulièrement l'étude des matières sucrées qui a attiré leur attention.

De l'avocatier (*Hanus persea*) ces savants ont extrait une matière sucrée à laquelle ils ont donné le nom de *perséite*. L'échantillon présenté est sous forme de cristaux blancs et légers dont la composition se rapproche de celle de la mannite.

Du sapotillier (*Achra sapota*) ils ont retiré une autre substance ayant la composition élémentaire de la quercite.

Du byronimose (*Byronima glandifera*) on a obtenu un hydrate de carbone ayant quelque analogie avec la synanthrose ou lévuline, et qui par inversion donne de grandes quantités de lévulose.

Des recherches de ce genre, dont la flore tropicale peut fournir les matériaux inépuisables, doivent conduire à d'autres résultats intéressants.

3° *Recherches sur les eaux pluviales des régions tropicales.*

L'origine de l'azote qu'on trouve dans les eaux pluviales, principalement à l'état de nitrates, doit être attribuée à la combinaison directe de l'azote élémentaire avec l'oxygène de l'air sous l'influence des phénomènes électriques. Il est donc à présumer que la formation du nitrate dans l'air, et par suite l'apport à la terre par les eaux de pluie, sont d'autant plus considérables que les phénomènes électriques acquièrent plus d'intensité, comme dans les régions tropicales.

L'étude des eaux recueillies au Vénézuéla (station de Caracas), effectuée pendant deux années à l'aide d'un matériel très simple, a conduit MM. Müntz et Marcano à conclure que les eaux des régions équatoriales renferment beaucoup plus de nitrate que celles des pays tempérés ; si, en outre, on envisage la quantité totale d'acide nitrique amené à la surface de la terre dans une année, on voit que cette quantité est infiniment supérieure à celle que reçoivent les terres de nos régions, et qu'elle doit évidemment contribuer au développement luxuriant des régions tropicales.

4° *Recherches sur les eaux noires de l'Orénoque.*

Il existe dans les régions équatoriales de l'Amérique du Sud des cours d'eau, notamment des affluents de l'Orénoque et de l'Amazone, qui ont les eaux noires (*aguus negros*) ; les habitants donnent la préférence à ces eaux noires qui sont claires, limpides et agréables au goût. MM. Müntz et Marcano nous en présentent un échantillon et nous donnent l'explication de ce phénomène curieux. L'analyse qu'ils en ont faite démontrant que ces eaux se sont colorées en dissolvant les acides humiques libres formés par la décomposition des matières végétales sur un sol granitique exempt de calcaire ; elles restent noires, malgré l'aération, parce que la matière organique en

l'absence de calcaire est incapable de nitrifier, leur coloration est donc attribuable non pas à un jeu de lumière, mais à la présence d'une substance organique acide ; elle est accentuée par des phénomènes de réflexion produits dans les couches profondes de la masse liquide.

5° *Recherches sur la peptonisation des viandes.*

L'emploi des peptones dans l'alimentation tend à prendre de l'extension ; mais leur prix très élevé est un obstacle à un emploi plus général. Le mode de fabrication généralement suivi met en œuvre un produit difficile à obtenir, la pepsine ; il ne se prête pas à une fabrication rapide et considérable, et les produits livrés sont le plus souvent peu concentrés et de qualité inférieure.

M. Marcano a découvert que plusieurs végétaux des tropiques ont la propriété remarquable de transformer rapidement la viande en peptone ; il a pu ainsi obtenir en abondance et à très bas prix, un produit d'un goût agréable, d'une solubilité complète, d'une richesse en azote extrêmement élevée, et qu'il nous présente soit en pâte élastique, soit en poudre fine, si on applique la dessiccation au produit concentré.

Cette découverte offre un très grand intérêt au point de vue scientifique, puisqu'elle conduit à cette constatation inattendue que les ferments chimiques qui provoquent la digestion des matières azotées sont répandus dans la plupart des végétaux des tropiques ; elle peut en outre être considérée comme un véritable bienfait, puisqu'elle permet de mettre à la portée de tout le monde un produit précieux dont le prix jusqu'alors était excessif.

6° *Fermentation alcoolique du veson.*

M. Marcano a constaté que la fermentation alcoolique se produit vers les tropiques sous l'influence d'une bactérie et non sous celle d'une levure ordinaire.

L'eau-de-vie de cannes brute diffère des autres alcools de l'industrie : 1° par la présence de quantités notables d'alcool méthy-

lique ; 2° par l'absence d'alcools supérieurs ; 3° par la présence d'un acide à odeur spéciale, qui se forme même dans les fermentations du sucre candi avec du ferment pur. Les rendements en alcool sont inférieurs à ceux qu'on obtient généralement avec la levure de bière ; la glycérine et l'acide succinique ne se trouvent pas dans les vinasses, mais on y constate la présence constante de la mannite. L'ensemble de ces importantes recherches poursuivies sur les produits exposés par M. Marcano, montre que dans les régions tropicales se développent d'autres organismes que ceux qui travaillent sous nos climats.

AUSTRALIE

COLONIE DE VICTORIA

L'agriculture et la viticulture à Victoria. — La naissance d'une colonie. — La découverte de l'or. — Son influence sur le développement agricole de la colonie.

Le développement de la colonie australienne n'est pas moins extraordinaire que la marche rapide de la République Argentine. Un demi-siècle à peine s'est écoulé depuis la fondation du premier établissement européen à Port-Philipp, nom originaire de Melbourne, qui compte aujourd'hui 400000 habitants et qu'on cite comme l'une des plus belles capitales du monde. La variété et la beauté des produits que présentait au visiteur la section australienne de l'Exposition donne une idée de la richesse et des forces productives de l'Australie. Les documents statistiques réunis à l'occasion de l'Exposition sont plus instructifs encore pour l'histoire du développement de la colonie, dont ils nous ont permis de suivre les phases véritablement extraordinaires. Avant de parler des produits du sol, je ferai connaître à l'aide de ces documents, libéralement mis à ma disposition par le comité d'installation australien, les principaux traits de cette évolution où le hasard a, un jour, secondé si puissamment les hardis pionniers anglais.

Deux mots d'abord du territoire australien. Ce continent a une superficie de près de 8 millions de kilomètres carrés. Au début, l'Australie ne formait qu'une colonie de la couronne, c'est-à-dire administrée, à l'instar de nos colonies, par les représentants du gouvernement métropolitain : le gouverneur résidait à Sydney. Aujourd'hui, le continent est divisé en cinq colonies, ayant chacune son gouverneur nommé par la reine d'Angleterre, mais, à l'exception de l'Australie de l'Ouest, jouissant toutes de leur autonomie et possédant chacune leur gouvernement parlementaire. Bien qu'en étendue Victoria soit la plus petite des colonies australiennes, elle est la plus peuplée ; elle compte plus d'un million d'habitants, ce qui représente 40 p. 100 de la population totale de l'Australie : c'est la plus riche et la plus prospère des colonies anglaises de l'hémisphère sud. Bornée au nord et au nord-est par la Nouvelle-Galles du Sud (capitale Sydney), et à l'ouest par l'Australie du Sud (capitale Adelaïde), elle est baignée au sud-est par les vagues de l'océan Pacifique et au sud par l'océan Austral. La surface de ce pays d'or et de soleil n'est que de 227 000 kilomètres carrés, c'est-à-dire la trente-quatrième partie seulement de la superficie totale du continent australien. La masse de la population est d'extraction anglaise ; cependant à l'heure qu'il est, les natifs d'Australie s'accroissent plus rapidement que le nombre des émigrants nouveaux.

La population indigène de l'Australie, qui n'a jamais été très considérable, disparaît rapidement : elle n'est plus représentée que par quelques tribus qui résident principalement sur des terres spécialement réservées pour elles par le gouvernement de la Nouvelle-Galles du Sud et de Victoria, bien qu'elles rôdent à plaisir sur de vastes superficies de terrains inoccupés appartenant aux territoires de Queensland et de l'Australie de l'Ouest.

La date certaine de la découverte de l'Australie par les Européens est absolument inconnue. Un pilote provençal, Guillaume le Testu, semble être le premier qui signala l'existence d'un grand continent dans l'océan Austral, en 1542. Des navigateurs portugais, espagnols, hollandais et anglais, explorèrent à des dates diverses, dans le XVI[e] et le XVII[e] siècle, les parages nord et ouest de ce continent ; un seul, Tasman, qui a donné son nom à la Tasmanie, visita

le Sud. En 1770, le capitaine Cook découvrit de nouveau l'Australie et la fit connaître par ses explorations le long de la côte. L'établissement anglais de Port-Jackson (Sydney) remonte à 1788; mais c'est seulement de 1833 à 1835 que date la colonisation agricole de l'Australie par la fondation de Portland-Bay, par MM. Henty. M. Edward Henty, mort en 1878, et son frère Francis, mort en janvier 1889 à Melbourne, doivent être considérés comme les véritables fondateurs de la colonie Victoria.

Edward Henty, fils d'un banquier du comté de Sussex, qui émigra en Tasmanie en 1831, désireux d'étudier par lui-même les ressources qu'offrait l'Australie à la colonisation, revenait d'une exploration de deux mois sur ce continent, lorsque le mauvais temps l'obligea à se réfugier dans la baie de Portland. La qualité du sol, les conditions générales du rivage le séduisirent, et, le 19 novembre 1833, il revenait à Portland pour s'y fixer. Il laboura le premier sillon, planta le premier cep de vigne, ferra le premier cheval et tondit les premiers moutons de Victoria.

Au commencement de 1835, une société se forme en Tasmanie pour coloniser Port-Philipp. John Batman était à sa tête : après plusieurs entrevues avec les indigènes, il négocia avec huit des chefs principaux le transfert en sa faveur et en celle de ses héritiers de 350000 hectares de terre, pour paiement desquels il donna aux vendeurs : 40 couvertures de laine, 20 tomahawks, 100 couteaux, 50 paires de ciseaux, 30 miroirs, 200 mouchoirs, 100 livres de farine et 6 chemises. Ce marché fut annulé par le gouvernement anglais. Mais le gouverneur de la Nouvelle-Galles du Sud accorda une indemnité de 175000 fr. à la société Batman pour services rendus à la colonisation.

Dans la même année, Batman fut suivi par M. J. Fawkner, qu'on a justement surnommé le père de Melbourne. Fawkner remonta le Yarra sur une goélette qu'il amarra à un arbre qui s'élevait sur l'emplacement où se trouve aujourd'hui l'Australian Wharf. On débarqua, avec les provisions, deux chevaux, deux porcs, trois chiens et un chat. M. Fawkner s'occupa immédiatement de la culture d'une prairie de 35 hectares sur la rive sud de la rivière. Il retourna la première motte de terre, bâtit la première maison, ouvrit la pre-

mière église et fonda le premier journal de la colonie. Le fondateur de Melbourne est mort en 1869.

Batman et Fawkner eurent bientôt des imitateurs. Le *Sauvage blanc* Buckley, comme on l'appelait, venu de la terre de Van-Diémen, où il avait vécu trente-deux ans avec les indigènes, devint l'interprète d'une société de colons. Le 10 novembre 1835, cinquante vaches Hereford pur sang et cinq cents moutons furent débarqués. On amena le bétail de la Nouvelle-Galles du Sud, par voie de terre. Les plaines d'Ivamoo se couvrirent bientôt des troupeaux de moutons et des bestiaux des colons européens. Tel fut, en Australie, le modeste début de l'élevage dont nous constaterons plus tard le colossal développement. L'année 1838 vit naître la première banque et le premier journal, l'*Advertiser*. En 1850, Port-Philipp, qui ne comptait pas encore quinze ans d'existence, avait un revenu de près de 6 millions; son exportation s'élevait à 10 millions de francs, et sa population dépassait 76000 habitants.

L'année suivante (1851) mérite une mention toute spéciale dans l'histoire de la jeune colonie. Elle fut marquée d'abord par les grands *incendies des brousses* qui s'étendirent sur plusieurs centaines de kilomètres: toute la campagne était enveloppée de flammes; les territoires les plus fertiles furent complètement ruinés par l'élément dévastateur; les troupeaux de moutons et les bestiaux furent abandonnés par leurs propriétaires ou par leurs gardiens; ce fut un sauve-qui-peut général, chacun voyant sa vie en danger. La ruine et la désolation se répandirent dans le pays tout entier. Les cendres des forêts en flammes, à Macedon, à une distance de 72 kilomètres de Melbourne, furent chassées jusque dans les rues de la ville. Les annales de la colonie ne contiennent pas de jour plus funeste, plus désastreux que le *black thursday* (jeudi noir). Mais bientôt survint un événement qui changea le cours des idées et chassa la politique de l'esprit des colons de Victoria, fort mécontènts alors du gouvernement du lieutenant-gouverneur Latrobe, récemment placé par la métropole à la tête de la nouvelle colonie de Victoria. Cet événement est la découverte de l'or qui, « dans l'espace d'une nuit, éleva Victoria au rang d'une nation, d'une puissance dans le monde ». En 1849 déjà, un berger au service de M. J. Wood Beilby, propriétaire

d'un établissement agricole situé sur la frontière de l'Australie du Sud, trouva de l'or dans une crique, près des Pyrénées, chaîne de montagnes à l'ouest de la colonie, ainsi nommée par le major Mitchell qui était un des vétérans de la guerre d'Espagne. Ce berger vendit son trésor à M. Charles Brentani, bijoutier de Melbourne. Mais il sut cacher soigneusement le lieu de sa trouvaille jusqu'à ce que, tombant malade et étant soigné par son maître, il lui livra son secret, par gratitude. Il lui dit qu'il avait trouvé et vendu de l'or. M. Belby communiqua cette découverte au gouverneur Latrobe; mais celui-ci, suivant la tactique des autorités de Sydney, semblait vouloir passer sous silence ce fait important. Heureusement, il n'y avait pas que des bergers ignorants avec qui l'on dût avoir affaire.

A cette époque, quand de toutes les parties du monde on se précipitait aux mines d'or de la Californie, l'Australie souffrait de la perte d'un grand nombre de ses habitants, qui s'en allaient en foule, attirés par l'appât du précieux métal. Ce qui paraissait une calamité pour Victoria fut un bienfait, car, lorsque les chercheurs d'or revinrent de Californie, ils furent frappés de la similitude qui existait entre les roches et le sol de leur patrie d'adoption et ceux du pays qu'ils venaient de quitter. Ils se mirent courageusement à la recherche de l'or et le trouvèrent. Un chercheur du nom d'Esmand découvrit de l'or dans les quartz de Clunes; on en trouva bientôt après à Buninyong et à Ballarat.

Quand la nouvelle arriva à Melbourne, les gens de toutes les classes de la société furent pris par la fièvre de l'or. Les comptoirs, les bureaux, les ateliers, les navires même furent désertés et l'on se rua sur les *placers*. Immédiatement après les découvertes de Ballarat vinrent celles du Mount-Alexander et Bendigo qui changèrent en frénésie l'excitation populaire causée par les premières découvertes. Tout le monde, suivant l'expression d'un Australien, « se grisait de l'espoir de l'or ». De toutes les parties du monde, des navires mirent à la voile pour cette rade jadis si paisible. Victoria fut envahie, remplie par un nombre considérable de chercheurs de fortune; en une année, plus de 80000 nouveaux venus s'ajoutèrent à la population de la colonie! A dater de cette époque, elle avança à pas de géant.

Le grand arc placé à l'entrée de la section de Victoria à l'Exposition de 1889 représentait le montant total de l'or trouvé dans la colonie jusqu'à ce jour. Nous verrons plus loin que ce pays, qui fut le pays de l'or par excellence, donne aujourd'hui la première place à l'agriculture, que la culture de la vigne notamment est appelée à être pour l'Australie une source de richesse supérieure encore à l'exploitation du métal précieux.

Dans l'année 1888, la quantité d'or extraite s'élevait à 19375 kilogrammes, en décroissance sur les années précédentes. Depuis la découverte de l'or à Victoria, en 1851, on en a trouvé, à Victoria seulement, 1728716 kilogr. De 1871 à 1879, la quantité d'or obtenue a été constamment en diminuant; pendant les trois années suivantes, il y a augmentation; mais cette augmentation ne s'est pas maintenue et la production a graduellement décru depuis 1882; elle est inférieure en 1887 à ce qu'elle a été en 1851.

Les États-Unis d'Amérique, à l'heure actuelle, produisent plus d'or que l'Australie. Cependant, l'exploitation des mines d'or est encore un facteur très important de la prospérité de Victoria. Le nombre des vieux chercheurs d'or s'élève même à 30000, et ils sont le nerf et l'âme des établissements miniers. On a trouvé également, l'année dernière, des quantités importantes d'argent; on a découvert aussi des gisements d'étain, de cuivre, d'antimoine, de plomb et de fer dans la colonie de Victoria. Seule, la houille, plus précieuse peut-être que l'or pour le développement du pays, n'a pu être rencontrée jusqu'ici, malgré nombre de tentatives.

Mais il est temps d'arriver à l'Australie agricole : j'ai cru utile de faire précéder ce que l'Exposition de 1889 nous permet d'en dire par l'historique succinct qu'on vient de lire, la découverte de l'or ayant, sans contredit, été l'élément le plus important de la prospérité agricole de Victoria, puisqu'elle a fourni les capitaux indispensables à toutes les entreprises de culture et d'élevage dans un pays où l'exploitation des terres nécessite les grands travaux dont il nous reste à parler.

L'agriculture exige pour progresser, dans les pays neufs comme sur le vieux continent, des hommes et des capitaux. A Victoria, il en a été ainsi : c'est depuis la découverte de l'or, point de départ d'un

accroissement très notable de la population, que l'agriculture australienne a pris son essor. Aussi m'a-t-il semblé utile de donner d'abord un historique succinct de la découverte du précieux métal. J'arrive à l'examen de la situation agricole de la jeune colonie et aux conditions si favorables qu'elle offre actuellement aux colons que n'effraye pas la perspective d'une installation à une aussi grande distance de l'Europe. Quelques chiffres suffisent à marquer le progrès agricole de Victoria. Il y a un demi-siècle à peine, nous venons de le voir, que le premier Européen s'est établi à Victoria, et moins de quarante ans que les premiers moutons y ont été importés.

En 1888, le produit de l'élevage des moutons et des bestiaux s'est élevé à 225 millions de francs et la valeur des autres produits agricoles a atteint 185 millions. Les débuts ont été entourés de toutes les difficultés inhérentes aux opérations agricoles dans les pays neufs : le fermier-pionnier avait tout à apprendre concernant le sol, le climat, les conditions générales du pays avec lesquelles il avait à lutter. Il devait importer d'Europe le matériel agricole, les semences, les animaux domestiques, et l'expérience seule pouvait lui apprendre quelles étaient les races d'animaux et les variétés de plantes qui s'acclimateraient le mieux. Il n'existait pas alors de centres de populations permettant l'écoulement des produits; pas de marchés pour la vente, de sorte qu'il arriva fréquemment que, lorsque le pionnier obtenait une bonne récolte, les acheteurs manquaient, le port se trouvant rempli de produits étrangers. L'absence de routes à travers les forêts et les plaines, le manque de ponts sur les rivières étaient autant d'obstacles qu'il fallait vaincre pour sortir les produits de leur lieu d'origine. Aujourd'hui la situation est tout autre : 4000 kilomètres de voie ferrée, sans compter les routes et les canaux, assurent des débouchés faciles sur les grands centres de consommation et sur les ports d'exportation. Chaque village, si éloigné qu'il soit de la capitale, est en relation télégraphique avec Melbourne. Aucun pays n'est mieux doté sous le rapport de la facilité des communications.

Le sol australien est généralement très fécond : si le rendement moyen à l'hectare ne dépasse guère, pour les céréales, 12 à 13 hectolitres, il est beaucoup de terres qui, bien cultivées, donnent jusqu'à

35 et 37 hectolitres de blé. On obtient, dans de bonnes conditions, jusqu'à 30 et 35 tonnes de pommes de terre à l'hectare, et l'on cite des rendements de maïs de 90 hectolitres. Le houblon, le tabac, les cultures fruitières et arbustives semblent appelés à un grand avenir à Victoria; mais la culture la plus intéressante à coup sûr est celle de la vigne, en raison du rapide développement qu'elle a pris et de la qualité des produits qu'elle fournit. Nous nous y arrêterons quelques instants. M. H. de Castella, l'un des commissaires de Victoria à l'Exposition universelle et grand viticulteur, nous a fait connaître l'industrie vinicole de la colonie par une publication très intéressante à laquelle nous empruntons quelques renseignements fort curieux sur les origines et les progrès de la viticulture en Australie[1]. En 1838 ou 1839, William Ryria se transporta à Monara, région qui était alors un véritable désert et qui forme aujourd'hui un immense vignoble. Emmenant avec lui son bétail et ses troupeaux de moutons, Ryria accomplit dans ce désert, au risque de sa santé et même de sa vie, un tour de force prodigieux de colonisation. Il apportait quelques ceps de vigne dont quelques-uns étaient encore en bon état à la fin de son voyage. Sur un plateau sablonneux qui s'étendait devant la petite habitation de ce premier colon, la vigne fut plantée; elle poussa et se développa d'une façon si surprenante, qu'il fut bientôt évident qu'une plus grande surface de terre consacrée à la nouvelle culture serait d'un bon rapport. Telle fut l'origine des 5000 hectares de vigne qui, aujourd'hui en rapport, ont fourni, en 1888, plus de 45000 hectolitres de vin.

Les viticulteurs australiens, à l'imitation de William Mac Arthur, de la Nouvelle-Galles du Sud, qu'on regarde comme le fondateur de la viticulture australienne, ont tiré leurs plants des meilleurs vignobles de l'Europe : à la Bourgogne, ils ont pris les pineaux; à l'Ermitage, le syra et le roussane; à Bordeaux, les cabernets, les sauvignons et le malbec; à la Suisse, le chasselas; au Rhin, les rislings; à la Hongrie, le tokay; à l'Espagne, le grenache, le pedroximenès et le verdeilho. Cette énumération comprend, on le voit, les meilleurs cépages connus, et Victoria n'en cultive pas d'autres.

1. *John Bull's wineyards* « Les vignobles de John Bull ».

On évalue à plus de 600 000 hectares la surface des terres de Victoria aptes à porter de la vigne et à fournir de bons vins. L'avenir de la viticulture australienne paraît si considérable à sir Charles Dilke, qu'il estime qu' « avec le temps et des soins attentifs, l'Australie peut devenir le vignoble du monde entier ». Actuellement, l'art de faire le vin n'est pas encore très développé en Australie, mais tout semble faire prévoir de très grands progrès de ce côté, dans un avenir peu éloigné.

L'élevage du bétail et la production de la laine occupent aujourd'hui un rang prépondérant à Victoria. L'exportation annuelle des laines de cette colonie oscille entre 45 et 67 millions de kilogr. Avec un climat éminemment propice au développement des animaux domestiques, des pâturages naturels excellents, l'absence presque complète de maladie du bétail, l'industrie de l'élevage est appelée à prendre un développement chaque année plus grand. Victoria, sous son ancien nom de Port-Philipp, a été la première des colonies australiennes à démontrer que les mérinos, dont la laine est d'une finesse exceptionnelle, d'une longueur remarquable, d'une douceur et d'un lustre particuliers, pouvaient s'élever en grande quantité sur les immenses pâturages de l'Australie.

Cependant, à mesure que l'agriculture progresse, une plus grande surface de terre étant soumise à l'action de la charrue, les colonies d'irrigation artificielle prennent la place des pâturages naturels ; la production et l'exportation de la laine doivent nécessairement décroître. L'élevage du gros bétail ne paraît pas non plus devoir augmenter ; seul, l'élevage du cheval, animal que les Australiens aiment presque autant que les Arabes, ne subira pas de diminution sensible.

Je viens de nommer les *colonies d'irrigation artificielle :* quelques indications à leur sujet doivent trouver place ici. Il y a deux ans, MM. George et W. Chaffey firent une demande au gouvernement de Victoria pour obtenir la concession d'une grande superficie d'une terre que l'on considérait jusque-là comme sans aucune valeur, terre située sur le Murray, qu'ils se proposaient de transformer en vergers, en vignes et en champs de céréales, par l'irrigation.

La concession de Mildura (c'est le nom du district pastoral qui en forme la majeure partie) a été accordée le 31 mai 1887 : MM. George et W. Chaffey sont déjà entrés en possession de 20 000 hectares, et leurs travaux sont très avancés ; plus tard, leur concession s'étendra à plus de 100 000 hectares. Le droit de se servir des eaux du Murray est octroyé pour vingt-cinq années, avec la faculté de renouveler le contrat pour une autre période d'égale durée.

MM. Chaffey se sont engagés à dépenser 7 millions 1/2 de francs, répartis par périodes inégales sur une durée de vingt ans, en travaux d'irrigation, d'agriculture, d'horticulture, etc. Un collège d'agriculture doit être établi sur la concession, dont un cinquième, en surface irriguée, sera affecté à ce collège. Les travaux sont conduits avec une très grande activité : 23 kilomètres de canaux principaux et 30 kilomètres de canaux de distribution sont achevés. Plus de 1 900 hectares de terre pour l'horticulture ont déjà été défrichés. Une ville se bâtit sur les terrains concédés et les terrains se louent à raison de 375 fr. l'acre (40 ares) pour l'agriculture, et 500 fr. pour l'horticulture.

La consommation des fruits frais ou conservés est très considérable en Australie ; chaque année, on en importe pour 19 millions ; le marché indigène fournira donc un vaste débouché pour ces cultures, et l'entreprise de MM. Chaffey paraît assurée du succès.

La colonie de Victoria a une superficie d'environ 24 millions d'hectares, dont un peu plus du quart ont été aliénés à des particuliers. Déduction faite des terrains en voie d'aliénation, des réserves pour routes, mines, etc., il reste environ 12 millions d'hectares disponibles pour la colonisation. Un tiers de cette surface est formé par des landes que l'État loue pour vingt ans, à raison de 0 fr. 20 c. par tête de mouton et de 1 fr. 25 c. par tête de gros bétail pendant les cinq premières années, le double de ces sommes pour les cinq années suivantes, et 0 fr. 60 c. par mouton et 3 fr. 75 c. par tête de gros bétail pour les dix autres années. A la fin de ces termes à bail, la terre revient à l'État et l'on donne une indemnité au locataire pour les améliorations qu'il a faites dans la propriété pendant ces vingt années.

Le reste des terres de l'État, environ 8 millions d'hectares, comprend les terres pastorales, les pâturages et les terres agricoles.

Les terres pastorales sont divisées en concessions capables de contenir et de nourrir de 1 000 à 4000 moutons et de 150 à 500 têtes de gros bétail. Elles sont louées à bail pour une période de quatorze ans, au prix de 1 fr. 25 c. par mouton et de 6 fr. 25 c. par tête de gros bétail. On a estimé qu'il ne fallait pas moins de 4 hectares de terre pour suffire à la nourriture d'un mouton, et c'est sur cette moyenne que l'on se base pour déterminer la superficie de chaque concession.

Les terres pour la culture et les prairies sont divisées en lots qui n'excèdent pas 400 hectares. Ces lots sont loués à bail pour quatorze années à un prix qui ne peut être moindre de 0 fr. 20 c. ni supérieur à 0 fr. 40 c. (loi de 1855) par acre (40 ares), et l'estimation de la qualité de la terre se fait par les employés du Gouvernement. A l'expiration du bail, une indemnité, qui ne dépasse jamais 30 fr. par hectare, est accordée au locataire pour les améliorations faites dans la propriété. Sur ces terres, on permet au preneur de cultiver tout ce qui est nécessaire à sa consommation, mais il n'a pas le droit de vendre ses produits. L'avantage de ce système consiste en ce que le locataire, sur les 400 hectares, a le droit de choisir 14 hectares pour lesquels il peut obtenir un titre de propriété définitive aux conditions suivantes : il devra payer annuellement une somme de 1 fr. 25 c. par acre pendant six ans; au bout de ce temps, il aura la faculté de continuer à payer la même redevance jusqu'à concurrence de 25 fr., ce qui représente le prix d'achat de la terre, ou de verser immédiatement 17 fr. 50 c., somme contre laquelle on lui délivrera le titre de propriété.

Enfin, l'État vend tous les ans aux enchères une quantité limitée de terre, mais les conditions indiquées plus haut constituent le mode de location et de vente de beaucoup le plus important. On voit que le seul moyen d'obtenir des terres du Gouvernement est, en réalité, celui qui consiste à prendre à bail une concession de 400 hectares que l'on devra améliorer pour avoir le droit d'acquérir définitivement 14 hectares. Dans quelques années, toutes les terres de l'État se trouveront prises dans ces conditions.

Il nous semble qu'un système analogue pourrait avec avantage être introduit dans les colonies françaises et notamment en Algérie.

Dans la colonie de Victoria, la demande de terres dépasse toujours l'offre et l'État trouve toujours preneur pour les terrains qu'il met à la disposition des colons.

Quelques mots en terminant sur les conditions du travail et le prix des salaires en Australie. Victoria, comme tous les pays australiens, semble un paradis pour les ouvriers des deux sexes. Les servantes reçoivent de 600 à 1 500 fr. par an, logées et nourries; les domestiques mâles, de 650 à 1 875 fr. Les gages des domestiques dans les fermes sont presque aussi élevés : les salaires des ouvriers varient de 62 fr. 50 c. à 100 fr. par semaine, et la moyenne peut s'estimer à 12 fr. 50 c. par jour.

Les manœuvres, hommes de peine, etc., gagnent 7 fr. 50 c. à 10 fr. par jour. Comparativement au salaire, la vie est à très bon marché. Les objets de première nécessité, la viande, la farine, et les liqueurs, coûtent moins cher qu'en Europe. Les loyers, les vêtements et les objets de luxe, par exemple, sont d'un prix plus élevé ; mais les ouvriers mangent de la viande trois fois par jour et s'achètent un vêtement neuf tous les six mois au moins. L'organisation du travail par les sociétés ouvrières est remarquable. Tous les ans, au mois d'avril, il y a une fête publique, le *jour des huit heures,* c'est-à-dire l'anniversaire du jour où il fut décidé par une loi que l'ouvrier ne devait au patron que huit heures de travail par jour.

En résumé, l'Exposition de 1889 a fourni à la colonie australienne l'occasion de révéler, par un ensemble de produits des plus remarquables, les progrès accomplis en peu d'années, progrès qui laissent entrevoir les ressources qu'offre aux émigrants ce pays favorisé par la nature de son sol, son climat et ses institutions.

JAPON

Le Japon agricole. — Cultures. — Productions. — Bétail. — L'École agricole et forestière de Tokio à l'Exposition universelle. — Le service météorologique du Japon.

Il y a trente-cinq ans, le 31 mars 1854, un traité signé avec les États-Unis ouvrit aux Américains les ports de Schimoda et d'Hakodate. Quelques mois plus tard, l'amiral Sterling obtenait pour les Anglais les mêmes avantages et, en outre, l'ouverture du port de Nagasaki. Dans l'année 1858, des traités conclus avec les États-Unis, l'Angleterre et la France allaient amener des modifications radicales, dans les relations, avec les autres nations, du Japon demeuré jusque-là absolument fermé à tous les peuples de l'Occident. De ces relations extérieures, point de départ de changements intérieurs profonds accomplis dans l'organisation politique du Japon, au milieu de luttes et de péripéties dont l'historique ne saurait trouver place ici, date une ère nouvelle pour ce pays curieux à tant de titres et dont l'Exposition universelle de 1889 a permis de faire une étude des plus intéressantes sous les rapports artistique, industriel, commercial et agricole.

C'est uniquement de ce dernier point de vue que je m'occuperai ici. Les produits exposés, les documents publiés par le commissariat impérial à l'occasion de l'Exposition universelle et quelques publications récentes[1] fournissent, sur l'agriculture au Japon, des ren-

---

1. *Dai Nippon* (le Japon), par E. de Villaret, capitaine breveté, détaché à l'état-major général du ministre de la guerre, ancien membre de la mission militaire au Japon, avec trois cartes in-8°, Paris, Delagrave, 1889. A côté de l'histoire sommaire du Japon et de la description géographique très complète des îles qui le composent, l'auteur nous présente un tableau des mœurs, des coutumes, de l'organisation gouvernementale, de la langue et des religions du Japon, d'autant plus instructif qu'il est le fruit d'observations personnelles qu'un séjour prolongé dans le pays lui a permis de recueillir. La description géographique à laquelle M. de Villaret a consacré la plus grande partie de l'ouvrage, les belles cartes qui l'accompagnent, les données positives sur l'orographie et l'hydrographie des diverses régions, les indications relatives aux

seignements suffisants pour donner une idée de l'économie rurale de ce pays, si différente de celle des régions européennes[1].

L'empire japonais se compose, on le sait, de quatre grandes îles (Hondo, Shikok, Kiushiu et Yeso), sans compter la multitude des petites îles qui dépendent directement des précédentes. Cet ensemble est compris entre le 50e et le 25e degré de latitude nord. Ces îles forment un tout assez compact, dessinant un arc de cercle dont la convexité est tournée vers l'Océan. La superficie totale du pays est de 39 223 181 hectares. Les terres cultivées, y compris celles qui sont disposées en terrasses, occupent à peine la neuvième partie de la surface totale, soit environ 4 371 000 hectares. Les terrains incultes couvrent une étendue de près de 14 millions d'hectares. Le riz, qui est de beaucoup la culture la plus importante, occupe plus de 2 600 000 hectares ; les forêts couvrent 1 700 000 hectares ; enfin la surface occupée par l'eau est d'environ 1 million 1/2 d'hectares. Le caractère dominant du Japon est celui d'un pays de montagnes ; les quelques plaines importantes n'existent que sur le parcours des grands fleuves.

Le sol est en grande partie d'origine ancienne ; on y distingue trois groupes principaux de roches qui y occupent une place prépondérante. Ce sont : les roches massives cristallines, les schistes paléozoïques et les roches volcaniques ; les calcaires et les sables existent au Japon en quantité très faible.

L'empire du Japon, s'étendant presque du cercle arctique au tropique du Cancer, présente des différences très considérables dans le régime climatérique des provinces du Nord et celui des provinces du Sud. De plus, les courants atmosphériques (moussons) et les courants marins exercent, les premiers surtout, une influence tout à fait prépondérante sur le climat du Japon. L'été, qui commence

---

produits du sol, aux richesses minières et au commerce de l'empire du Soleil-Levant, rendent cette étude précieuse pour ceux qui désirent acquérir sur le Japon des connaissances précises. Le côté militaire et politique n'est pas moins bien étudié : l'auteur le traite, comme toutes les questions qu'il aborde d'ailleurs, avec une netteté et une impartialité qui donnent confiance dans ses appréciations.

1. *L'Agriculture au Japon, son état actuel et son avenir,* par le docteur Schinkizy Nagaï, traduit de l'allemand par M. Henry Grandeau, in-8°, 1888, Berger-Levrault et Cie.

dans presque toutes les régions du pays au mois d'avril, est humide et orageux. Dans la partie moyenne du pays, l'hiver est long et assez rigoureux : à Yeso, il dure sept mois et le thermomètre tombe parfois à 16 degrés au-dessous de zéro.

Il y a, au Japon, trois périodes de pluies qui durent chacune deux à quatre semaines et qui, en général, tombent en avril, juin et septembre. Cette régularité des pluies a permis de réglementer toutes les cultures d'une façon stable : les semailles de la plupart des récoltes d'été se font entre la première et la seconde période de pluies et, lorsque la récolte estivale est faite, on sème les plantes d'hiver après la période des pluies d'automne et on les récolte un peu avant celle du printemps.

Le bétail étant relativement très peu nombreux, presque toutes les cultures se font à la main avec des outils primitifs dont la bêche et la houe sont les principaux. La préparation, à la houe, d'un champ d'un hectare sur 15 centimètres de profondeur, exige, suivant la nature du sol, de 80 à 100 journées de travail. Les prairies n'existent pas au Japon, car les parties basses du pays, que leur humidité rendrait propres à cette culture, sont transformées en rizières; par suite, l'élevage du bétail joue un très faible rôle dans l'exploitation rurale. Avec une population de plus de 36 millions d'habitants, le Japon ne compte pas plus d'un million de têtes de l'espèce bovine et 1 200 000 chevaux, ce qui donne pour 100 habitants moins de trois têtes de bétail et un peu plus de trois têtes de chevaux. Le cheval japonais est un animal petit, laid, têtu, mais résistant, sobre et propre au travail du bât auquel il est surtout employé ; l'aménagement des écuries est tout à fait mauvais, mais ces conditions défectueuses de logement et de nourriture sont, en partie, compensées par les soins de propreté que les Japonais apportent en toute chose. Le bœuf japonais est de grande stature ; à poils courts et à cornes courtes, à pelage généralement noir ou moucheté de blanc sur la croupe et sur les pieds. Les vaches donnent très peu de lait, n'ayant pas, en général, été habituées à la traite et recevant une alimentation des plus médiocres. Moins bien logés et nourris encore que le cheval, le bœuf et la vache sont une maigre ressource pour l'alimentation humaine. Jusqu'au jour où le Japon a été ouvert aux

étrangers, le porc n'existait pas dans le pays ; quant au mouton, à peu près inconnu également, les essais récents d'introduction et d'élevage qu'on a tentés ne paraissent pas avoir réussi. On attribue cet insuccès à la présence, dans les pâturages japonais, d'une espèce de bambous nains, dont les feuilles dures et tranchantes, en provoquant d'importants désastres dans les intestins des animaux, amènent la ruine des troupeaux. La solution de la question de l'élevage des moutons, comme le fait observer M. de Villaret, est de la plus haute importance pour ce pays, tributaire jusqu'ici, pour toutes les laines, de l'Australie. Il faudrait transformer en prairies un certain nombre de rizières, mais aucun essai sérieux n'a, paraît-il, encore été tenté dans cette voie.

L'absence ou plus exactement la pénurie de bétail a pour conséquence forcée l'insuffisance d'engrais et de viande.

Le régime alimentaire et la préparation de la fumure du sol sont, au Japon, tout à fait caractéristiques et en rapport avec l'état primitif de l'élevage.

Le régime alimentaire des Japonais, à part les localités de quelque importance où l'on trouve des boucheries et dans lesquelles l'usage de la viande commence à se répandre, consiste essentiellement en produits végétaux et en poisson. D'après les statistiques officielles, voici dans quelle proportion certains produits végétaux entrent dans l'alimentation générale du pays :

	P. 100.
Riz	53
Blé	27
Graines diverses	14
Thé	5.80

On consomme le poisson sous toutes les formes : cuit, séché, salé ou même cru. Par suite du manque de bétail, les agriculteurs japonais ont été conduits à restituer aux sols les principes nutritifs enlevés par les récoltes, principalement sous la forme de déjections humaines recueillies avec un soin dont nous n'avons aucune idée par ce qui se passe chez nous. Le guano, les tourteaux de poisson, les cendres d'os, les déchets d'industrie et certains minéraux com-

plètent les fumures. C'est au mode de récolte, de fabrication et d'utilisation des engrais que le paysan consacre au Japon toute sa sollicitude ; en équilibrant empiriquement, d'après la quantité de riz récolté, les pertes et les gains de son champ, il sait maintenir à la terre toute sa faculté productive, et plus d'un agriculteur européen pourrait, sur ce point capital, prendre exemple sur le paysan japonais.

L'agriculture, au Japon, est, depuis les temps les plus anciens, concentrée exclusivement dans les mains des classes tout à fait inférieures de la société. Le mode d'exploitation du sol est purement empirique ; les méthodes de culture et l'outillage n'ont subi aucun changement depuis un temps immémorial. Ordinairement, les travaux des champs sont exécutés par les membres de la famille. Dans les grandes exploitations, on engage les serviteurs à l'année et, pour les cas pressants, on emploie des journaliers.

Les ouvriers agricoles, vivant exclusivement du travail de leurs bras, n'existent pour ainsi dire pas, la propriété étant très morcelée. Celui qui possède un bien de quelque étendue l'afferme ordinairement par petites parcelles qui sont cultivées par les familles qui les louent. Les ouvriers à gages ne possédant aucune terre et vivant de leur travail, vont aux environs des villes. Ces hommes, dit le docteur Schinkizi Nagaï, sont adroits et peuvent aussi bien être utilisés dans divers métiers que pour les travaux agricoles; mais ils sont paresseux et, de plus, rusés. Ils exécutent leur besogne d'une façon variable, suivant le maître qui les a engagés ; si celui-ci ne connaît pas bien le travail qu'il veut faire exécuter, les ouvriers font peu de choses ou font tout de travers.

Le salaire est très variable suivant les régions ; en moyenne, il n'est pas trop minime, étant donné le bon marché des denrées alimentaires. Un bon ouvrier, résistant au travail, reçoit en moyenne par jour, outre la nourriture, 1 fr. 25 c., une femme 88 centimes. Les domestiques sont nourris ; le gage annuel des hommes varie entre 125 et 212 fr., celui des servantes entre 75 et 125 fr.; de plus, ils sont chaussés et reçoivent chaque année deux costumes de travail, une paire de serviettes et quelques objets du même genre.

Outre les céréales (riz, blé et orge), les plantes tinctoriales, les

légumes et quelques cultures de moindre importance, l'industrie agricole du Japon comprend la production du thé, de la canne à sucre et l'industrie séricicole, qui y est très développée et forme une partie importante de la richesse du pays. Le Japon récolte environ 10 millions de kilogr. de thé, 256 millions de kilogr. de cannes, produisant 22 millions de kilogr. de sucre, 11 millions de koku [1] de blé; 26 millions de koku de riz, un peu plus d'un million de cartons de graines de vers à soie et environ 2 millions de kilogr. de soies grèges. Le riz vaut de 26 à 40 fr. les 180 litres, suivant les années. L'exportation totale du Japon s'est élevée, en 1884, à une valeur de 165 millions de francs ; l'importation, n'atteignant que 143 millions, laisse un écart de 21 à 22 millions en faveur de l'exportation. Le riz, le thé, la soie et le charbon de terre sont les principaux produits d'exportation. Le sucre, le coton et les tissus forment la masse des produits importés.

Telles sont, à grands traits, les conditions générales de l'agriculture au Japon. Mais on n'aurait qu'une idée incomplète de son avenir, si l'on se bornait à ces renseignements. L'Exposition de 1889, en étalant aux yeux des visiteurs les principaux produits agricoles du Japon, nous a révélé, par l'ensemble des indications, cartes agronomiques, documents scientifiques de diverses natures, la voie de progrès dans laquelle semble devoir entrer bientôt la culture japonaise. Le ministère de l'agriculture et du commerce a institué à Tokio une école agricole et forestière, organisée à l'instar des meilleurs établissements européens de ce genre. L'exposition de cette école au Champ de Mars était des plus intéressantes, par le caractère scientifique des collections qu'elle a envoyées, en les accompagnant de notices qui révèlent l'excellente instruction donnée par cet établissement. C'est ainsi que de nombreuses analyses de terres, d'engrais et des principales récoltes du Japon accompagnent les échantillons exposés, faisant connaître la composition de ces différentes substances, établies par les méthodes rigoureuses suivies dans nos laboratoires les mieux outillés et dirigés. Des collections d'insectes utiles ou nuisibles, déterminés et classés avec le plus

1. Le koku vaut 180 litres.

grand soin, des herbiers et des spécimens des plantes industrielles nous font connaître les parties les plus importantes de la flore et de la faune du Japon.

Des cartes géologiques et agronomiques, spécimens d'un grand travail d'ensemble sur le sol japonais, complètent ces belles collections, dont elles sont le commentaire. Le service météorologique, organisé sous la direction de l'observatoire central de Tokio, mérite aussi une mention spéciale. Calqués sur l'organisation de notre service météorologique, la prévision du temps, les avertissements aux ports, la transmission télégraphique des observations se font avec autant de soin à Tokio qu'à Paris et à Londres.

Des publications périodiques enregistrent les observations et les mettent à la disposition des météorologistes du monde entier. L'observatoire de Tokio a été fondé en 1875, et le nombre des observations recueillies régulièrement depuis cette époque permet, on le comprend, d'avoir sur la météorologie du Japon des renseignements précieux et dont l'agriculture peut tirer parti.

En somme, si complètement livrée à la routine qu'elle ait été jusqu'ici, l'exploitation du sol semble devoir bientôt entrer au Japon dans une phase nouvelle, grâce à l'intervention de l'enseignement technique dans ce pays, qui ne compte pour ainsi dire pas d'illettrés et dont les habitants peuvent attendre pour leur bien-être un si grand profit des progrès de l'agriculture. L'alimentation végétarienne, à laquelle on attribue à tort, sans doute, la faiblesse de complexion du peuple japonais, fera place à une nourriture plus réconfortante le jour où l'élevage du bétail prendra dans l'empire du Soleil-Levant une direction rationnelle. Il est vraisemblable que l'introduction des méthodes culturales et des procédés d'élevages suivis en Europe transformeront, grâce à la merveilleuse faculté d'adaptation que possède la race japonaise, d'ici à peu d'années, la culture routinière et primitive demeurée stationnaire depuis des siècles, en l'absence de rapports avec les autres nations.

L'exposition du Champ de Mars semble ne pas permettre de penser qu'il doive en être autrement, étant donnée l'impulsion que l'enseignement agricole peut imprimer, à brève échéance, aux méthodes de culture et d'élevage.

PORTUGAL

La statistique agricole et notamment la production viticole du Portugal étaient représentées dans l'élégant pavillon du quai d'Orsay par une série de cartes et tableaux dus presque tous au colonel Gérard Pery ou exécutés sous sa haute direction.

Cette collection de cartes agronomiques, géologiques et viticoles était accompagnée de publications importantes; celles du colonel Pery surtout nous fournissent des renseignements intéressants sur l'agriculture du Portugal[1].

Le Portugal est un pays essentiellement agricole, le sol y est la source principale de la richesse publique, quoique sa fertilité soit très inégale dans les différentes parties de son territoire. Les conditions agricoles sont si diverses de l'une à l'autre province et souvent d'une commune à une autre que, dans un espace relativement très restreint, on trouve les productions les plus variées, les aptitudes les plus distinctes et la fertilité la plus inégale, ensemble de faits qui, du reste, constitue l'élément principal de sa richesse.

Dès les premiers jours de la monarchie portugaise, lorsque le pouvoir des nouveaux rois se trouva consolidé, tous les efforts s'appliquèrent à faire revivre l'agriculture, en repeuplant l'intérieur du pays dévasté par la guerre, et en comblant de privilèges ceux qui s'adonnaient à la vie rurale.

Toutefois, des obstacles d'ordres divers s'opposèrent au développement agricole du pays et annulèrent les efforts employés pour le faire progresser. Les guerres, les conquêtes et l'émigration furent les principaux.

A l'époque de son plus grand éclat, quand la renommée du nom

1. A défaut de documents officiels récents sur la production, nous avons dû recourir aux seules publications qui figuraient à l'Exposition. Bien que remontant à dix ans et plus parfois, les renseignements qu'elles contiennent représentent encore assez exactement la situation agricole présente du Portugal. Les belles cartes du colonel Pery ont attiré l'attention des visiteurs : leur examen rentre dans le cadre des Études du Jury des sciences géographiques.

portugais résonnait dans les contrées les plus éloignées du globe, le Portugal dédaignait son agriculture et ne pensait pas à lui appliquer une partie des richesses considérables qu'il recevait de ses vastes domaines de l'Asie, de l'Afrique et de l'Amérique.

Tandis que la cour nageait dans l'or, et qu'on citait Lisbonne comme une merveille de luxe ; tandis qu'on dépensait des sommes fabuleuses pour la construction des monastères de Belem, Batalha, Mafra et Estrella, et que le Portugal était regardé comme la première puissance maritime, l'agriculture languissait, les seigneurs fuyaient la vie rurale en recherchant les plaisirs de l'opulente Lisbonne, les terres restaient incultes, et la population rurale tombait dans la misère.

La sage administration du marquis de Pombal ranima un peu l'agriculture ; mais une nouvelle période de guerres vint bientôt la paralyser encore vers la fin du siècle dernier, paralysie qui se prolongea, avec les discordes civiles, jusqu'au milieu du siècle actuel, en s'opposant au développement de l'agriculture et de toutes les autres industries.

Ce ne fut qu'à partir de 1852 que l'agriculture prit un essor qui bientôt devint rapide, en suivant de près la création des nouveaux moyens de communication qui facilitèrent l'échange de ses produits. La libération de la terre par l'abolition des majorats et la suppression des biens de mainmorte et des terrains incultes communaux, rendant facile la transmission et la division de la propriété, contribuèrent à en faciliter la culture ; l'établissement d'écoles d'agriculture, de fermes modèles, de sociétés agricoles ; les concours régionaux et les expositions d'agriculture ; la création des banques rurales et des compagnies de crédit foncier et agricole ; la promulgation de mesures tendant à régulariser l'administration des anciens établissements de crédit rural, nommés *celliers communs ;* et enfin la création des charges d'agronomes des districts; et d'intendants vétérinaires qui devaient professer des cours d'agronomie et de zootechnie pratiques, furent des mesures qui contribuèrent puissamment à l'accroissement de la superficie cultivée, à l'amélioration des procédés agricoles, et, enfin, au progressif développement de l'agriculture portugaise.

Nous n'avons pas de données statistiques dignes de crédit antérieures à 1852, qui, par leur comparaison avec les relevés plus récents, nous donnent la mesure de l'influence exercée sur le progrès de l'agriculture, par les moyens gouvernementaux ci-dessus mentionnés. Néanmoins, on peut se faire une idée de cette influence par le mouvement commercial et par le budget de l'État à des époques diverses. Le tableau ci-dessous en donne la comparaison pour trois époques à quinze années d'intervalle.

ANNÉES.	MOUVEMENT du commerce extérieur.	RECETTES.	DÉPENSES.
—	—	—	—
	Francs.	Francs.	Francs.
1842	100 195 200	57 439 200	65 940 000
1856	215 376 000	62 152 800	70 470 400
1872	318 315 200	117 359 200	133 515 200

Dans l'espace de trente ans la valeur du mouvement commercial a plus que triplé.

Quoiqu'il existe un grand nombre de travaux statistiques officiels sur l'agriculture, il est très difficile de dresser une statistique agricole complète du Portugal. On ne peut connaître qu'hypothétiquement la population rurale, la grandeur moyenne de la propriété, la division agricole du sol, la valeur des productions, etc., et il y a même des questions d'économie rurale impossibles à résoudre.

Nous allons toutefois entreprendre avec le colonel Pery une statistique agricole du royaume, en nous basant sur les données officielles, sur des informations particulières et sur les propres observations de ce savant distingué. Mais d'abord nous ferons connaître les traits généraux de l'agriculture des provinces, afin de mettre en lumière les différences qu'on observe dans les systèmes de culture, la distribution et la division de la propriété, et le degré de perfectionnement agricole de ces grandes divisions territoriales du pays.

MINHO

Le sol très accidenté de cette province provient en général de la décomposition des granites ; il est donc argilo-siliceux à l'exception de quelques bandes limoneuses qui occupent le fond de quelques-unes des étroites vallées qui sillonnent cette contrée.

Ici, tout le sol cultivable se trouve soumis à une culture presque intensive et très soignée, qui s'étend sur les flancs des montagnes jusqu'à l'altitude à laquelle leur caractère alpin ne lui oppose un obstacle insurmontable. Par cette raison, il y a encore une superficie inculte, dont une partie est occupée par les sommets et les faîtes des monts et des chaînes, et par les flancs rocheux des montagnes, tout à fait improductifs ; la superficie inculte restante est constituée par des terrains en friche, qui sont, cependant, utilisés avec soin pour la récolte des bruyères employées à la fabrication des engrais et à la nourriture du bétail.

L'irrigation y est très généralisée ; il est rare qu'une terre n'ait pas d'eau en quantité suffisante pour être irriguée, et, pour obtenir l'eau nécessaire, on ne recule pas devant des travaux très coûteux, comme les prises d'eau, l'ouverture de canaux d'irrigation, ou la recherche des eaux au moyen de galeries de mine.

Les productions principales de cette province sont : le maïs et le seigle, en abondance ; peu de blé et d'orge ; pommes de terre, légumes, lin et chanvre, oignons, navets, etc. ; prés, vin (vert), huile d'olive, châtaignes, oranges et d'autres fruits.

Le système de culture est un des meilleurs du pays, et même de l'Europe, d'après le témoignage autorisé de M. Léonce de Lavergne, ce qui n'est pas tant le résultat de la perfection des procédés et des instruments agraires, que des soins constants et du travail assidu mis par l'agriculteur du Minho à retirer du sol le plus grand profit.

L'élevage et l'engraissement des bêtes à cornes constitue un des éléments les plus importants des exploitations de cette province ; ses profits indemnisent souvent le fermier des pertes qu'il souffre dans les années de moissons très pauvres.

L'assolement le plus usuel dans les terres irriguées est le suivant: au commencement du printemps on sème le seigle; ensuite, vers le mois de mai ou juin, on sème le maïs, qui est remplacé par l'herbe, semée lors du second sarclage, et qui constitue une prairie artificielle temporaire jusqu'à la fin de l'hiver. L'année suivante on suit la même rotation en substituant au seigle quelque autre culture intercalaire. Pendant l'automne et l'hiver les eaux sont employées à l'irrigation des prés.

On voit donc que le sol ne reste jamais inactif; il n'y a pas de jachères.

Pour obtenir une telle succession de cultures, sans qu'il emploie des assolements bien combinés, l'agriculteur du Minho met un soin minutieux dans la fabrication des engrais; mais comme il n'en sait fabriquer qu'en employant les bruyères pourries et triturées sous les pieds des animaux, il se voit forcé de semer des ajoncs et d'autres plantes de landes quand les terrains en friche deviennent rares.

La petite culture est la règle dans cette province, non seulement par suite de la grande division de la propriété, mais parce que les grands domaines sont partagés en parcelles cultivées par des rentiers. Nous montrerons plus loin qu'il existe encore dans le Minho de plus grandes propriétés qu'on ne le pense; de plus, la petite propriété se trouve en général grevée par des *fõros*, ou cens, restes de l'ancien système de *prazos* ou seigneuries directes.

Le système de loyer est en général *au tiers*, établi comme suit:

Un hectare de terre irriguée produit un rendement moyen brut de 1 288 fr., par exemple, dont, en déduisant les dépenses d'exploitation, soit 392 fr., reste le produit net de 896 fr. De ce produit, le propriétaire touche une somme de 538 fr., et le rentier 358 fr. Dans ce calcul n'entrent ni le produit du bétail ni la dépense en engrais, car on admet qu'ils s'équilibrent.

On n'emploie dans les travaux agricoles que les bêtes à cornes qui, après avoir rendu ces services, sont destinées à être engraissées.

On cultive la vigne par l'ancien procédé romain, en laissant librement s'élever les ceps jusqu'au sommet des arbres près lesquels ils sont plantés.

Un hectare contient en moyenne 250 à 300 pieds de vigne, disposés ordinairement autour des parcelles, et produisent 1 800 à 2 000 litres de vin *vert*. Seuls les versants du Douro produisent du vin *mûr* d'une qualité inférieure.

Il y a des vins verts très recherchés; les meilleurs sont ceux des centres vinicoles de Basto, Amarante, Arcos de Valle de Vez et Monsão.

TRAS-OS-MONTES

Quiconque traverse les montagnes qui séparent les provinces de Minho et de Tras-os-Montes, est frappé des différences si tranchées que l'on observe entre les systèmes de culture, les mœurs et les coutumes des deux provinces, ainsi qu'entre leur climat, le relief et la constitution du sol.

De pareilles différences se trouvent dans cette province elle-même. On sait que la vallée du Douro, et une partie de celles de ses affluents, y est connue sous la désignation de *terre chaude*, et que la zone des plateaux et des montagnes est appelée la *terre froide*.

Nous ferons cependant remarquer que le passage de l'une à l'autre zone ne se fait point sans transition ; il y a une zone intermédiaire ou *tempérée* aux contours très irréguliers, et qui est formée par les vallées des rivières en s'étendant même jusqu'aux flancs des montagnes. L'altitude moyenne de cette province est de 600 mètres ; celle des plateaux est de 700 mètres, le plateau de Barroso s'élevant toutefois à 1 000 mètres. Les montagnes s'élèvent de 1 000 à 1 600 mètres.

On peut considérer la *zone chaude* limitée approximativement par la courbe de niveau de 150 mètres, et la *zone* tempérée par celle de 400 mètres ; mais cela varie considérablement suivant les orientations des vallées et l'exposition des flancs des montagnes.

Les terrains sont de provenance granitique dans les zones constituées par les granites ; ils sont argileux dans la région schisteuse ; en général le sol y est plus fertile que dans le Minho. Cette province possède des vallées, telles que Villariça, Sabor, Tua et Tamega, dont

la fertilité est bien connue. Il y a, cependant, une superficie inculte bien plus grande que dans le Minho.

Les productions de la *zone froide* sont : seigle, pommes de terre, châtaignes et quelques légumes. Elle abonde surtout en pâturages où l'on élève du gros bétail. L'olivier et la vigne ne se rencontrent pas dans cette zone, si ce n'est en quelques vallées abritées.

Les productions de la *zone tempérée* sont : froment, seigle, orge, maïs, légumes, pommes de terre, vin, huile d'olive en petite quantité, châtaignes, lin et fruits. L'oranger ne produit pas dans cette zone.

Les productions de la *terre chaude* sont : vin, huile d'olive, froment, orge, seigle, amandes, oranges et autres fruits.

La plantation des mûriers y a pris un grand développement pour l'élevage des vers à soie.

Les principaux centres vinicoles de la province de Tras-os-Montes sont : 1° le pays vinicole du Douro, entre le bourg de Régua et le confluent du Sabor, en comprenant dans sa démarcation les flancs de la partie inférieure des vallées du Corgo, Pinhâo, Tua et Sabor ; c'est ici que se produisent ces fameux vins du *Alto Douro,* connus dans tous les points du globe sous le nom de *vins de Porto,* port de commerce qui en est le débouché ; 2° vallée d'*Oura,* au sud de Chaves ; 3° vallée du Tua, dans les environs de *Torre de Dona Chama ;* 4° environs de Bragança ; 5° vallée du Sabor, près Castro-Vicente ; 6° environs de Bemposta, à l'est de Mogadouro.

Les crus présentent d'ailleurs beaucoup de diversité, par suite de la grande différence d'altitude. Dans la vallée même du Douro, cette différence s'élève à 800 mètres, pour les seules pentes latérales de la vallée, en sorte qu'il suffit de descendre du plateau de Anciâes, par exemple, jusqu'au bord du fleuve, pour traverser les trois zones climatériques de la province. Ici, comme en d'autres points de la vallée, les coteaux sont cultivés en gradin sur presque toute leur hauteur, et, en général, ils sont plantés de vigne ; il résulte de cette disposition que la vendange n'est pas encore commencée à la région supérieure quand le vin est déjà fait au fond de la vallée.

La propriété se trouve plus divisée dans le district de Villa Real

que dans celui de Bragança, mais pas autant que dans le Minho. La moyenne et la petite culture y sont la règle générale.

La superficie inculte est supérieure à la superficie cultivée, ce qui est dû à la présence des nombreuses montagnes qui accidentent le territoire de cette province. Cette grande superficie inculte, qui s'élève à plus de la moitié de la superficie totale de la province, n'est cependant pas improductive, car elle nourrit un grand nombre de têtes de bétail. Vers le Nord-Ouest, dans le plateau de Barroso, c'est l'espèce bovine qui abonde; vers l'Est, sur le plateau de Miranda, ce sont les espèces bovine et chevaline; au Nord et au Centre prédominent les espèces ovine et caprine.

Quoique cette province soit éminemment propre à la production forestière, on n'y voit pas de forêts; on n'y trouve que de rares bosquets de chênes et de châtaigniers. Toutefois, on a dans les derniers temps procédé à de larges plantations de mûriers dans le district de Bragança.

L'absence de voies de communication a paralysé les efforts de beaucoup d'agriculteurs, en s'opposant à l'échange des produits. Les choses ont changé depuis que s'est ouverte à la circulation la route de Bragança à Villa Real, laquelle traverse la province dans le sens de l'une de ses diagonales, en s'étendant jusqu'à Régua, et la voie de Chaves à Villa Real.

BEIRA

Cette province présente, dans sa partie septentrionale et à l'orient de la chaîne d'Estrella, une grande similitude de caractère avec la province de Tras-os-Montes. Une égale altitude moyenne, identité de terrains, et un relief semblable, tout contribue à ce que les productions y soient à peu près les mêmes.

En effet, on y observe les mêmes zones : froide, tempérée et chaude. La première comprend les chaînes de montagnes et les plateaux des *concelhos* de Sinfães, Rezende, Arouca, Castro-Daïre, Fragoas, Penedono, Aguiar, Trancoso, Pinhel, Almeida, Guarda, Manteigas, Covilhâ et Sabugal. La troisième, ou zone chaude, comprend la vallée du Douro, sur la rive gauche, par où s'étend aussi la

démarcation du pays vinicole du haut Douro. La seconde, ou zone tempérée, occupe tout le centre et le sud de la province, c'est-à-dire la partie méridionale du district de Vizeu, la partie orientale du district de Coïmbre et la partie méridionale du district de Castello-Branco. Les productions agricoles n'y diffèrent guère de celles de la zone tempérée de Tras-os-Montes ; les différences sont très légères dans la partie septentrionale de cette zone, mais dans le midi elles s'accentuent davantage, en sorte que, dans la partie méridionale du district de Castello-Branco, on remarque une bande de transition de cette zone pour celle de l'Alemtejo. Ce district possède beaucoup d'oliviers, qui produisent une huile de qualité supérieure.

Il y a dans cette région trois centres vinicoles fort importants par la qualité de leurs vins, qui sont très appréciés ; ce sont le Dão, Fundão et Penamacôr.

Dans cette région de la Beira la superficie cultivée est inférieure à la superficie inculte. La culture s'étend sur tout le large bassin de Mondégo, compris entre les chaînes de Bussaco et Caramullo à l'Ouest, et la chaîne d'Estrella à l'Est et au Sud ; elle a une grande étendue dans cette partie de la vallée du Zezere appelée la *Cova da Baira,* entre les chaînes d'Estrella et Cardunha, ainsi que dans le plateau appelé *Campo* de Castello Branco, et dans les concelhos de Certa et Pedrogam. Dans les autres concelhos de cette région, la culture se trouve confinée dans les vallées.

Ces montagnes se trouvent à présent presque entièrement dépouillées d'arbres et de bruyères, et, là où l'on pourrait admirer une immense richesse forestière, on ne voit que des rochers dénudés et stériles. Cette dénudation qui, d'ailleurs, se retrouve aussi en Espagne et en Italie, à l'inverse de ce qu'on observe dans les pays septentrionaux, est le résultat du système suivi pour l'élevage des nombreux troupeaux de moutons de la province, et encore de l'usage que l'on fait des bruyères pour la fabrication des engrais. Durant des périodes de 8 à 12 ans et au delà, on sème le seigle deux ans de suite dans quelques-uns de ces terrains à peu près vierges ; dans la première année, la production est énorme, mais bientôt les pluies de l'hiver lavent ces terrains aux pentes rapides, et la stérilité ne se fait pas attendre.

Il nous reste à parler de la partie occidentale de la Beira, qui comprend les plaines des districts d'Aveiro et Coïmbre. Elle est entièrement cultivée ou couverte de forêts de pins, si ce n'est la bande de dunes qui longe la côte entre Ovar et la petite chaîne de Buarcos occupant une superficie de 41 000 hectares, et une superficie de 5000 hectares de terrains vagues dans cette même chaîne.

Les produits de cette région sont : froment, seigle, maïs, légumes, vin, bois de construction, etc.

C'est à cette région qu'appartient le centre vinicole de Baïrrada dans le concelho de Mealhada, bien connu par l'excellence de ses vins.

Dans le centre et dans le nord de la Beira le sol est granitique; dans le sud il est schisteux, à l'exception du plateau de Castello Branco dont le sol est granitique. Dans la partie occidentale de la province, le sol est sableux-calcaire formé par les dépôts tertiaires, et, en certains endroits, par des marnes et des calcaires crétacés. Une partie des dunes se trouve mise en culture; l'esprit industrieux des Beirenses a effectué cette conquête qui ne fait qu'élargir sans cesse la superficie cultivée, en transformant les sables mouvants du littoral en de productives propriétés ou en des forêts de pins qui, d'ailleurs, s'opposent à la constante invasion des dunes sur les terres limitrophes.

Il y a, dans la Beira, des concelhos où la propriété est très divisée, tels que ceux des districts d'Aveiro et Coïmbre; d'autres n'ont, au contraire, que de grandes ou moyennes propriétés; tels sont les concelhos de Castello Branco et Indanha-a-Nova. Dans cette province, les espèces forestières dominantes sont : le pin maritime dans le littoral, le pin sylvestre dans l'intérieur du pays, le châtaignier dans la zone montagneuse, les chênes dans la zone froide, le chêne-liège et le chêne-vert dans les proximités du Tage.

ESTRADAMURE

Le Tage divise cette province en deux parties fort différentes. La région au nord du fleuve se trouve constituée par des calcaires et des marnes de la période secondaire, et, en outre, par des grès et

des calcaires de la période tertiaire; elle est très accidentée par des chaînes de montagnes, de beaucoup moins élevées que celles de la Beira, formées en général de calcaires compacts, ce qui empêche qu'elles soient cultivées; elle présente toutefois des vallées larges et fertiles, et des plateaux ou des collines d'une culture facile. Dans la zone littorale du district de Leiria, il y a des forêts de pins très étendues, parmi lesquelles on signale la grande forêt nationale de Leiria. Enfin, le Tage est bordé, sur une grande étendue, de champs que fertilisent les crues du fleuve.

La région au sud du Tage est, au contraire, formée par des landes à perte de vue, faiblement ondulées par les vallons qui les sillonnent en tous sens, et où l'on rencontre à peine quelques champs cultivés ou des bosquets de chênes-lièges ou de chênes verts; de loin en loin quelque ferme ou quelque village détruisent la monotonie de ces vastes plaines de bruyères.

La péninsule de Setubal, où l'on trouve des terrains très fertiles et soigneusement cultivés en vignes, orangers, céréales et forêts de pins, contraste agréablement avec les landes qui l'avoisinent.

La région située au nord du Tage est pourvue de sources abondantes dont les eaux sont employées soit comme moteur, soit pour l'irrigation.

C'est ici que l'on trouve les plus abondantes sources du pays.

Les productions de cette partie de l'Estramadure sont : froment, orge, seigle, maïs, vin, huile d'olive, lin, bois de pin, oranges et une grande variété d'autres fruits. Elle possède beaucoup de bétail des espèces ovine, bovine et chevaline, surtout dans les concelhos Ribatejanos, ou riverains du Tage.

On n'emploie dans les labours que les bœufs; les chevaux ne sont utilisés que pour les transports. Quoique les machines et les instruments modernes se trouvent adoptés en quelques exploitations agricoles, on reconnaît qu'en général l'ancien araire n'a pas été tout à fait supplanté.

Cependant, il est certain que l'agriculture de cette province s'est considérablement améliorée, bien que très lentement. Les locomobiles, les machines à battre et les charrues à vapeur sont en petit nombre et n'ont été introduites que dans les derniers temps. De

toutes les machines agricoles, celle qui s'est le plus répandue, c'est la moissonneuse américaine ou anglaise.

Dans cette partie de l'Estramadure, la propriété est encore assez divisée; cependant, on ne trouve que de grandes propriétés lorsqu'on se rapproche du Tage.

La région au sud du Tage est très sèche et stérile, à l'exception des champs voisins de ce fleuve, de la péninsule de Setubal et de quelques vallées des affluents du Sado, où les sources sont abondantes. Les environs de San Thiago de Cacem présentent aussi une riche culture due à l'abondance des sources.

Sont encore à remarquer les vastes champs de Sorraia, de Mugem, de Santo Estevam et du Sado, dont la fertilité contraste d'une manière frappante avec l'aridité des landes voisines.

Les productions principales de cette région sont: froment, orge, seigle, vin, oranges, liège et bois de construction.

L'Estramadure est une des provinces où la viticulture est le plus répandue. Les principaux centres vinicoles sont : Torres-Vedras, Cartaxo, Torres-Novas, Thomar, Carcavellos, Lavradio, Setubal, environs de Lisbonne, Collares, Bucellas et Figueiro-dos-Vinhos.

Les concelhos où l'olivier prédomine sont: Torres-Novas, Thomar, Santarem, Alcobaça et Olivaes.

Caldas da Rainha, Alcobaça, Setubal et San Thiago do Cacem sont très renommés par leurs fruits délicats, tels que la pêche, la pomme, la poire, etc.

Les forêts de pins de la région au nord du Tage occupent une superficie de 38840 hectares, dont 8000 pour la forêt de Leiria. Au sud du Tage on voit aussi des forêts de pins et de sapins, notamment dans les concelhos de Seixal, Almada, Azeitão, Aldeia-Gallega et Alcacer do Sal. Leur superficie est évaluée à 30000 hectares.

Le châtaignier ne se rencontre guère que sur les versants du Zezere et à la chaîne de Cintra.

Enfin, dans les concelhos de Santarem, Torres-Novas, Chamusca et d'autres au nord du Tage, et surtout dans ceux de Grandola et San Thiago de Cacem, il y a des bois très étendus de chênes-lièges et de chênes verts; associé aux pins et aux sapins, on trouve le chêne lusitanien.

ALEMTEJO

Cette province est très riche, quoiqu'elle possède encore de vastes landes qui pourraient bien augmenter sa richesse si elles étaient mises en culture ou boisées de pins ou de chênes-lièges.

Ces landes sont la continuation de celles décrites précédemment. Elles se prolongent jusqu'aux limites des dépôts tertiaires, qu'elles dépassent en quelques endroits, en s'étendant sur les formations silurienne et laurentienne. Au delà de ces landes, la culture des céréales embrasse de larges superficies, au centre de la province, en s'associant à la culture de la vigne; les bois de chênes verts ou de chênes-lièges y couvrent aussi des superficies très étendues.

On y remarque cinq centres principaux de culture : 1° Niza et Portalegre; 2° Elvas, Borba et Extremoz; 3° Redondo, Evora et Montemor-Novo; 4° Cuba et Beja; 5° Moura et Serpa.

La grande culture et la grande propriété y sont la règle générale, la petite culture y étant très rare. La superficie moyenne des fermes est de 100 hectares; il y en a de 3000 hectares et même plus.

La culture dominante est celle des céréales. Les animaux employés aux travaux agricoles sont le mulet et le bœuf. Celui-ci n'est employé que par le grand propriétaire qui en possède des troupeaux ; le mulet est le plus généralement employé soit aux labours, soit aux transports.

Les systèmes de culture y varient selon la qualité du sol et la dimension des fermes. Aux environs de Beja, de Cuba et de Ferreira où le sol est argileux, il est soumis à l'assolement biennal, blé et légumineuses, ou triennal, orge, blé et légumineuses.

Mais le système le plus généralement employé est celui qui consiste à semer deux années de suite du blé, ou le blé la première année, et l'orge, le maïs ou les légumineuses la seconde, le sol demeurant la troisième année en jachère après avoir été labouré.

Là où le sol est maigre, on partage les terres en parcelles qu'on appelle *folhas,* d'où vient le mot portugais *afolhamento* ou assolement ; ces parcelles sont successivement cultivées, chaque folha demeurant en jachère autant d'années qu'il y en a de parcelles. C'est

par cette raison que dans cette province il reste une grande superficie à cultiver.

Le système des jachères y est, cependant, indispensable, tant que l'on suivra le système pastoral pour l'alimentation des troupeaux.

En général, on suit encore les anciens procédés agricoles, mais on voit se développer parmi les propriétaires et les fermiers aisés le goût pour les procédés modernes, et le penchant pour l'adoption des instruments de travail perfectionnés. En effet, dans ces derniers temps, l'importation de machines et d'instruments agricoles a augmenté considérablement.

Les principaux produits agricoles de cette province sont le froment, l'orge, le seigle, le vin, l'huile d'olive, le liège, les fromages, etc.

Pour le froment, ce sont les districts de Beja et d'Evora qui en produisent la plus grande quantité.

L'huile d'olive abonde surtout dans les concelhos d'Elvas, Extremoz, Souzel, Montemor-Novo, Portel, Moura et Serpa.

Les principaux centres vinicoles sont Castello de Vide, Campo Maïor et Elvas, Borba, Evora, Redondo, Cuba et Vidigueira, Beja et Ferreira.

Les bois de chênes verts les plus étendus sont ceux des concelhos d'Arronches, Monforte, Crato et Portalegre, Elvas et Campo Maïor, Souzel, Aviz, Alandroal, Evora, Portel, Montemor, Beja, Ourique et Almodovar.

Enfin, une partie des versants de la chaîne de Portalegre se trouve couverte de bois de châtaigniers.

Cette province est très riche en bestiaux. La maison de Bragança possède près d'Alter-do-Chao un haras qui donna naissance à une race chevaline d'une grande renommée, mais qui se trouve aujourd'hui dégénérée.

L'élevage et l'engraissement des porcs dans les bois d'yeuses et de chênes-lièges constitue une des plus importantes ressources agricoles de la province.

Enfin, les troupeaux de moutons y sont nombreux, étant à remarquer que ceux à laine blanche sont plus fréquents au Nord, dans le haut Alemtejo, et que, au contraire, ceux à laine noire se trouvent

en plus grande quantité au midi de la province, parce qu'ils s'accommodent plus facilement aux maigres pâturages des bruyères qui occupent une plus grande étendue dans le sud que dans le nord de cette contrée. C'est peut-être par cette même raison que les fromages de Moura et de Serpa sont les plus estimés de la province.

Du reste, on ne fabrique pas d'engrais dans cette région; le sol ne reçoit que ceux produits par les troupeaux. Les productions s'en ressentent, le sol se trouvant, d'ailleurs, épuisé par la culture des céréales.

ALGARVE

Cette province se partage naturellement en deux zones tout à fait différentes : celle du *littoral* et celle des *monts*.

La zone littorale, d'une largeur qui varie de 5 à 15 kilomètres, est doucement accidentée par les derniers contreforts de la chaîne de monts qui s'étend de la Guadiana à l'océan; elle est, à l'exception des dunes, entièrement cultivée ou boisée, ce qui la rend presque aussi pittoresque que le Minho. Ce qui lui donne toutefois un cachet spécial, c'est la diversité des cultures et des arbres qui la revêtent ; à côté des champs de maïs ou de froment, on voit la vigne ou le figuier se mêler à l'olivier, au caroubier, à l'oranger ou à l'amandier.

Les productions principales de cette zone sont : le froment, l'orge, le maïs, les légumineuses, la batate douce (*convolvulus batata*), le vin, l'huile d'olive, la figue, l'orange, l'amande et la caroube.

On y remarque deux centres vinicoles très importants, l'un à l'Est, formé par les concelhos de Tavira et d'Olhão (Moncarapacho, Fuzeta, Kelfes et Olhão) dont les vins sont connus sous la dénomination de *vin de Fuzeta;* et l'autre à l'Ouest, constitué par les concelhos de Lagoa et de Villa-Nova de Portimão.

Le figuier occupe principalement le littoral entre Lagos et Cacella, et quelques vallées du concelho de Loulé. L'olivier abonde surtout aux environs de Tavira et de Silves. Le caroubier croît spontanément dans tout le littoral, de Lagos à Tavira, et revêt les coteaux des monts calcaires de Loulé au Mont-Figo.

La zone montagneuse est presque entièrement inculte à l'exception des concelhos de Monchique et d'Alcoutim et de quelques vallées où s'abritent quelques rares hameaux. La culture des arbres à fruits, du maïs et des légumineuses a pris un grand développement à Monchique, et, en outre, on y voit les flancs du mont Foya et de la chaîne d'Alferce revêtus de bois de châtaigniers et de chênes.

Alcoutim et ses environs produisent beaucoup de froment et de seigle, particulièrement sur le plateau entre les rivières Foupana et Vascâo; on y rencontre aussi quelques bois de chênes verts et de chênes-lièges.

La propriété se trouve très divisée sur la zone littorale; la petite culture y est donc la règle, les grandes propriétés qui y existent se partageant d'ordinaire entre de petits rentiers. Dans la zone montagneuse, la propriété se trouve, au contraire, plus agglomérée.

Les animaux que l'on y emploie pour les travaux agricoles sont de l'espèce bovine qui y est très abondante. Les mulets sont aussi employés au labourage, surtout dans la zone montagneuse; cependant, leur emploi principal est de servir de bêtes de somme.

L'espèce ovine y est peu abondante et produit une laine de qualité inférieure, mais, en revanche, il y a dans la région montagneuse de nombreux troupeaux de chèvres, et l'on y élève nombre de porcs de la race *alemtejana*.

ADMINISTRATION AGRICOLE

Tout ce qui a rapport à l'industrie agricole est du ressort du bureau d'agriculture, de la direction générale du commerce et de l'industrie au ministère des travaux publics, auquel se trouve annexée l'administration générale des forêts du royaume, qui était, en 1852, placée sous la direction du ministère de la marine. En 1842, le gouvernement a décrété la formation de sociétés agricoles au chef-lieu de chaque district administratif, mais leur service n'a été réglé que vers 1854. Les fonds nécessaires pour couvrir les frais à la charge des sociétés agricoles sont annuellement votés par les juntas générales des districts, et payés par la caisse des districts.

Il y a dans chaque district administratif un intendant vétérinaire

chargé, outre le service officiel de l'art vétérinaire, de la direction des haras et de l'enseignement de la zootechnie. Il y a aussi un agronome chargé de la direction technique des fermes-modèles ou stations expérimentales, et qui doit professer un cours d'agriculture et faire des conférences annuelles à des différentes localités du district.

Un décret du 28 février 1877 a créé dans chaque district administratif un conseil d'agriculture, chargé de l'étude des questions agricoles, et qui a une voix délibérative ou consultative sur les moyens et les mesures à appliquer au développement de l'agriculture et à l'amélioration des conditions agricoles des districts.

Pour l'enseignement agricole, il y a un institut général d'agriculture à Lisbonne, où l'on professe des cours complets d'agronomie et de zootechnie. Pour l'enseignement élémentaire, il y a un collège de régisseurs et d'ouvriers agricoles à la ferme-modèle de Cintra.

Les fermes-écoles ont été créées par le décret du 29 décembre 1864, mais le nombre en a été réduit à une, la ferme-école de Cintra mentionnée ci-dessus, qui, tant par le matériel agricole dont elle est pourvue que par son personnel d'enseignement se trouve, à présent, dans d'excellentes conditions.

CRÉDIT AGRICOLE

Une des causes principales de la stagnation de l'agriculture portugaise est le manque de capitaux à bon marché. Il y a des monts-de-piété agraires, des celliers communs, des compagnies de crédit agricole ; mais, soit que leur action ait été purement locale, soit par une toute autre cause, ces institutions n'ont point produit les résultats que l'on était en droit d'attendre. Quelques-unes de ces institutions sont d'ancienne date. Le premier cellier commun fut fondé à Evora vers 1576, et, jusqu'au commencement de ce siècle, le nombre s'en est élevé à 34.

Le tableau suivant fait ressortir le nombre des institutions de crédit agricole, ainsi que le capital et le taux de ses opérations, d'après une statistique officielle publiée en 1852 :

DISTRICTS.	MONTS-DE-PIÉTÉ.	CELLIERS COMMUNS.	CAPITAL en céréales.	CAPITAL en argent.	CAPITAL en biens.	TAUX p. 100.
			Hectolitres.	Francs.	Francs.	
Faro	3	»	664,5	»	1 008	5
Beja	»	5	14 866,7	109 233	1 887	5 8 9 1/6
Evora	»	12	20 838,0	19 891	23 299	5 9 1/6
Portalegre	»	12	15 416,7	437	2 895	5 9 1/6
Lisbonne	2	1	1 464,2	856	3 068	5
Santarem	»	1	»	»	»	5
Leiria	1	»	266,6	»	»	5
Castello-Branco	1	»	1 775,9	»	»	5
Bragança	10	3	1 061,5	179	»	5 6 1/4 7 1/2
Totaux	17	34	56 354,1	130 596	32 157	

Dans le district de Beja, on signalait un autre cellier commun, celui de Serpa, fondé vers 1690 ; il ne figure dans le tableau précédent que parce qu'il a été, en 1840, converti en banque rurale. Son capital est de 65 335 fr., et 2 816 fr. en biens. Le taux de ses opérations est de 5 p. 100.

La loi de juin 1867, qui régla la formation des banques de crédit agricole et industriel, donna lieu à la création de la banque rurale de Vizeu en 1868, et, plus tard, en 1874, à la création d'une autre banque rurale à Faro.

DIVISION AGRICOLE DU SOL.

Le manque d'un cadastre rend difficile l'évaluation des superficies occupées par les diverses cultures, par les bâtiments, les routes, etc., et, enfin, de la superficie des propriétés. Depuis 1867, l'on procède à la démarcation approximative de la superficie des terres labourables, des vignes et des vergers, ainsi que de la superficie des bois et forêts productifs ; cette démarcation ne s'étend, cependant, qu'à

quelques districts. Nonobstant le colonel Péry l'a prise pour base de ses évaluations, conjointement avec la statistique des productions agricoles et autres données qu'il a recueillies. C'est ainsi qu'a été obtenu le tableau ci-dessous :

PROVINCES.	SUPERFICIE sociale.	productive.	inculte.	totale.
	Hectares.	Hectares.	Hectares.	Hectares.
Minho	13 000	500 000	212 150	725 150
Tras-os-Montes	10 000	470 000	631 650	1 111 650
Beira	30 700	1 310 000	1 062 630	2 403 330
Estramadure	61 000	940 000	795 010	1 796 010
Alemtejo	16 000	1 190 000	1 233 130	2 439 130
Algarve	15 000	240 000	230 000	485 000
TOTAUX	145 700	4 650 000	4 164 570	8 960 270

Sous la désignation de superficie sociale se trouve comprise la surface occupée par les maisons, les rues et les places, par les routes et les chemins de fer, et enfin par les cours d'eau et les lacs.

La superficie inculte comprend, d'un côté, une partie absolument improductive, constituée par les faîtes des montagnes nues et rocheuses, qui, par leur altitude, sont impropres à la culture forestière ; par des versants à pente fort rapide, et par les dunes du littoral ; d'autre part, elle comprend une large étendue de sol cultivable ou apte à la culture forestière mais qui se trouve vague ou improductive.

Ainsi la superficie inculte peut être décomposée en

Faîtes des montagnes, etc.	93 500	hect.
Plages et dunes	60 000	
Superficie improductive	153 500	
Terres vagues, landes, etc.	4 011 070	

Si l'on ajoute à la superficie sociale, la superficie improductive ci-dessus mentionnée, on trouve le chiffre de 299 000 hectares qui représente la superficie absolument improductive du pays. Par suite la superficie utilisable ou territoire agricole, s'élève à 8 661 070 hectares. Si l'on classe la superficie cultivée selon le genre de culture, on peut diviser le territoire du Portugal ainsi que l'indique le tableau suivant :

Répartition des cultures du Portugal.

CULTURES.	SUPERFICIE.	PRODUCTION MOYENNE.	RAPPORT P. 100 au territoire entier.	au territoire agricole.	au territoire productif.	au territoire de chaque grand groupe.	RENDEMENT PAR HECTARE.
	Hectares.	Hectolitres.					
Froment	260 000	3 000 000	2.9	3.0	5.6	23.0	11.5
Maïs	520 000	7 128 000	5.8	6.0	11.2	45.2	13.7
Seigle	270 000	2 340 000	3.0	3.1	5.8	24.0	8.7
Orge	58 000	700 000	0.6	0.6	1.2	5.1	12.1
Avoine	12 000	150 000	0.1	0.1	0.2	1.1	12.5
Riz	7 000	210 000	0.1	0.1	0.2	1.0	30.0
CÉRÉALES	1 127 000	13 528 000	12.5	13.0	24.2	47.5	12.0
		Kilogr.					
Légumineuses	90 000	50 000 000	1.0	1.1	1.9	3.7	»
		Hectolitres.					
Pommes de terre	30 000	2 894 000	0.3	0.3	0.6	1.2	96.0
Cultures potagères et maraîchères	50 000	»	0.6	0.6	1.1	2.1	»
Autres cultures	50 000	»	0.6	0.6	1.1	2.1	»
Lin, chanvre	25 000	»	0.2	0.3	0.5	1.1	»
CULTURES DIVERSES	245 000	»	2.7	2.8	5.3	10.3	»
Prairies permanentes	50 000	»	0.6	0.6	1.1	2.1	»
Prairies temporaires	50 000	»	0.6	0.6	1.1	2.1	»
PRAIRIES	100 000	»	1.2	1.2	2.2	4.2	»
JACHÈRES	900 000	»	10.0	10.4	19.4	38.0	»
TERRES LABOURABLES	2 372 000	»	26.4	27.3	51.0	100.0	»
PRAIRIES NATURELLES	966 000	»	10.8	11.1	20.8	49.0	»
VIGNES	220 000	»	2.5	2.5	4.7	11.1	36.0
Oliviers	200 000	»	2.2	2.3	4.3	10.2	»
Vergers	130 000	»	1.4	1.5	2.8	6.5	»
Figuiers, etc.	50 000	»	0.6	1.6	1.1	2.5	»
Caroubiers	12 000	»	0.1	0.1	0.2	0.6	»
Châtaigniers	20 000	»	0.2	0.2	0.4	1.0	»
Bois d'yeuses et chênes-verts	370 000	»	4.1	4.2	8.0	18.8	»
BOIS PRODUCTIFS	782 000	»	8.7	9.0	16.8	39.7	»
AUTRES TERRAINS PRODUCTIFS	1 968 000	»	71.9	22.6	42.3	100.0	»
Bois de pins	210 000	»	2.3	2.4	4.5	67.7	»
Bois de chênes et de châtaigniers	100 000	»	1.1	1.2	2.2	32.3	»
BOIS ET FORÊTS	310 000	»	3.4	3.6	6.7	100.0	»

Nous ferons d'abord remarquer que dans une grande partie des terres labourables on voit, soit épars çà et là dans les champs, soit revêtant les limites des propriétés, des arbres fruitiers de diverses espèces, dont on ne peut tenir compte dans une évaluation des superficies occupées par les bois productifs. C'est ce que l'on observe dans la province de Minho, dans le littoral de l'Algarve et dans maints endroits de l'Estramadure, de la Beira et de Tras-os-Montes.

Si maintenant nous comparons le Portugal aux États étrangers, à l'aide du tableau ci-dessous, sous le point de vue de la répartition proportionnelle du territoire agricole, on se rendra compte des grandes différences qui existent entre les divers pays[1].

PAYS.	TERRES LABOURABLES.					AUTRES TERRAINS PRODUCTIFS.				TOTAUX du TERRITOIRE EXPLOITÉ.	TERRES INCULTES.
	CÉRÉALES et farineux.	CULTURES potagères, maraîchères et industrielles.	PRAIRIES artificielles et fourrages annuels.	JACHÈRES.	TOTAUX.	PRAIRIES naturelles et pâturages.	VIGNES.	BOIS ET FORÊTS.	TOTAUX.		
	P. 100.	P. 100.	P. 100.	P. 100.	P. 100.	P. 100.	P. 100.	P. 100.	P. 100.	P. 100.	P. 100.
Angleterre .	21.3	0.3	15.9	1.5	39.0	27.9	»	4.7	32.6	71.6	28.4
Danemark .	40.1	0.5	0.9	8.6	50.1	37.7	»	6.4	44.1	94.2	5.8
Norvège . .	0.7	»	1.3	0.1	2.1	1.9	»	24.0	25.9	28.0	72.0
Suède . . .	3.4	0.2	1.6	0.8	6.0	4.8	»	41.5	46.3	52.3	47.7
Autriche . .	26.1	0.6	4.5	0.2	31.4	28.3	0.8	32.6	61.7	93.1	6.9
Hongrie . .	26.5	1.1	1.0	7.3	35.9	25.4	1.4	27.1	53.9	89.8	10.2
Bavière. . .	28.7	2.0	4.9	6.4	42.0	19.6	0.3	32.2	52.1	94.1	5.9
Saxe royale.	33.0	2.9	13.5	2.8	52.2	14.7	0.1	28.9	43.7	95.9	4.1
Wurtemberg	31.5	2.3	6.6	4.7	45.1	20.3	1.0	32.2	53.5	98.6	1.4
Hollande . .	23.0	3.0	6.1	0.7	32.8	37.0	»	7.2	44.2	77.0	23.0
Belgique . .	43.7	6.6	7.2	2.0	59.5	13.8	»	16.8	30.6	90.1	9.9
France . . .	34.7	2.8	6.3	9.9	53.7	15.0	5.3	17.0	37.3	91.0	9.0
Portugal . .	15.0	0.9	1.2	10.4	27.5	11.1	2.5	12.6	26.2	53.5	46.5
Roumanie .	25.3	2.3	»	1.7	29.3	21.3	0.8	16.9	39.0	68.3	31.7
Irlande. . .	15.3	0.7	12.5	0.1	28.6	56.3	»	1.7	58.0	86.6	13.4

DIVISION DE LA PROPRIÉTÉ.

La propriété, nous l'avons déjà dit, se trouve bien inégalement divisée suivant les diverses régions du Portugal.

1. Ce tableau a été dressé d'après des renseignements extraits de la *Statistique internationale de l'agriculture*. Paris, 1876.

Le tableau suivant fait ressortir la proportionnalité de la division de la propriété foncière en 1868, ainsi que la grandeur moyenne des propriétés, le nombre moyen de parcelles par hectare, le nombre de cotes foncières et son rapport à la population.

DISTRICTS.	NOMBRE de propriétés foncière.	NOMBRE de parcelles par hectare.	SUPERFICIE moyenne des parcelles.	NOMBRE de cotes.	RAPPORT à la population.
			Hectares.		P. 100.
Aveiro	583 379	1.99	0,50	71 516	28.3
Beja	78 346	0.07	13,87	27 908	19.5
Braga	419 637	1.53	0,65	56 991	17.7
Bragança	384 082	0.57	1,73	36 920	22.5
Castello-Branco	229 917	0.35	2,90	36 595	22.1
Coïmbre	629 401	1.62	0,61	80 470	28.4
Evora	47 123	0.07	15,15	15 132	14.5
Faro	167 732	0.34	2,92	42 759	23.8
Guarda	393 682	0.71	1,40	58 032	27.0
Leiria	382 517	1.10	0,91	51 617	27.0
Lisbonne	207 546	0.27	3,66	63 046	13.9
Portalegre	63 869	0.10	10,08	17 365	17.1
Santarem	259 843	1.11	0,89	62 310	14.7
Porto	241 146	0.35	2,84	49 675	24.6
Vianna	377 312	1.68	0,58	50 043	24.5
Villa-Real	514 592	1.15	0,86	52 831	23.8
Vizeu	698 261	1.40	0,71	80 175	21.7
TOTAUX	5 678 385	0.64	1,55	853 385	21.4

On conclut de ce tableau que les districts où la superficie moyenne de la propriété se trouve au-dessous de la moyenne générale de 1.55, sont : Aveiro, Vianna, Coïmbre, Braga, Vizeu, Villa-Real, Porto, Leiria et Guarda ; les districts où elle est au-dessus de la moyenne sont, par ordre croissant : Bragança, Santarem, Castello-Branco, Faro, Lisbonne, Portalegre, Beja, Evora.

Si l'on classe les districts par rapport au nombre des propriétaires, on trouve que la propriété est plus divisée dans les districts de Coïmbre, Aveiro, Leiria, Guarda, Santarem, Vianna, Villa-Real, Faro, Bragança, Castello-Branco et Vizeu ; et qu'elle se trouve plus

agglomérée dans les districts de Beja, Braga, Portalegre, Porto, Evora et Lisbonne.

Nous ferons remarquer que la division de la propriété ne donne pas toujours des indications précises sur l'étendue des exploitations agricoles. Il y a, par exemple, dans le Minho de grands domaines; mais ils sont exploités par la petite culture, partagés qu'ils sont en parcelles exploitées par des rentiers. Dans l'Alemtejo et les districts de Lisbonne, de Santarem et de Castello-Branco, outre la grande propriété il y a la grande culture; une exploitation agricole y embrasse plus d'une ferme, en s'étendant parfois sur une superficie de 10000 et dépassant même 20000 hectares.

La comparaison de la grandeur des cotes foncières, dans les divers districts, jette beaucoup de lumière sur la question du morcellement de la propriété; pour cette raison, nous ajoutons ici le tableau suivant, qui fait ressortir le rapport des cotes, groupées en cinq classes, avec le chiffre des contribuables fonciers.

DISTRICTS.	RAPPORT DES COTES AVEC LE NOMBRE DES CONTRIBUABLES.				
	Jusqu'à 0 fr. 50 c.	De 0 fr. 50 c. à 5 fr. 60 c.	De 5 fr. 60 c. à 56 fr.	De 56 fr. à 280 fr.	Au-dessus de 280 fr.
Aveiro	22.0	47.5	28.5	1.5	0.05
Beja	8.1	57.1	28.6	5.1	1.1
Braga	10.4	47.2	36.5	5.6	0.3
Bragança	3.9	45.5	43.1	6.2	1.3
Castello-Branco	8.0	53.6	35.6	2.3	0.5
Coïmbre	19.4	51.3	27.5	1.6	0.2
Evora	2.2	45.3	38.3	10.6	3.6
Faro	10.3	52.3	33.7	3.4	0.3
Guarda	20.8	53.7	23.1	2.1	0.3
Leiria	12.9	53.7	32.1	1.2	0.1
Lisbonne	3.5	35.0	44.8	13.1	3.6
Portalegre	1.0	50.0	37.3	9.1	2.6
Porto	10.6	48.5	32.5	7.6	0.8
Santarem	4.8	53.1	37.5	3.5	1.1
Vianna	7.4	48.7	41.5	2.2	0.2
Villa-Real	14.4	48.0	35.0	2.4	0.2
Vizeu	16.5	49.6	31.3	2.3	0.3

On conclut de ce tableau, que c'est dans les districts d'Aveiro, de Guarda, de Coïmbre, de Vizeu, de Villa-Real et de Leiria, que l'on trouve les cotes foncières les plus faibles, tandis que les grosses cotes se rencontrent dans les districts de Lisbonne, d'Evora, de Portalegre, de Bragança, de Beja et de Santarem. Ces résultats sont d'accord avec ceux obtenus précédemment, et il en ressort, enfin, que la propriété est plus divisée dans les provinces du Nord que dans l'Alemtejo et l'Algarve.

Nous ne possédons aucun élément pour déterminer le nombre et la grandeur des exploitations agricoles, et la valeur vénale de la propriété ne peut être connue qu'approximativement à l'aide du revenu net, que le tableau ci-dessous fait ressortir par rapport à l'année 1869.

DISTRICTS.	REVENU NET.		VALEUR vénale.
	Domaines ruraux.	Domaines urbains.	
	Francs.	Francs.	Francs.
Aveiro	4 653 600	123 200	95 424 000
Beja	5 448 800	352 800	116 048 800
Braga	5 297 600	448 000	115 001 600
Bragança	4 373 600	190 400	91 296 800
Castello-Branco	3 018 400	134 400	63 089 600
Coïmbre	6 966 400	588 000	151 155 200
Evora	5 129 600	453 600	111 534 800
Faro	5 650 400	364 000	120 265 600
Guarda	4 648 000	123 200	95 491 200
Leiria	3 668 000	145 600	76 294 400
Lisbonne	19 532 800	9 318 400	577 046 400
Portalegre	4 832 800	448 000	105 692 000
Porto	7 599 200	4 457 600	241 158 400
Santarem	7 016 800	380 800	148 041 600
Vianna	3 964 800	229 600	83 888 000
Villa-Real	4 368 000	246 400	92 321 600
Vizeu	9 576 000	436 800	200 312 000
TOTAUX	105 744 800	18 440 800	2 484 062 000

La valeur vénale, ainsi déduite, se trouve bien loin d'être la vraie, car le revenu net des rôles fonciers est fort écarté de ce qu'il était en réalité; ce revenu se trouve, d'ailleurs, plus que doublé aujourd'hui par suite de l'accroissement progressif des loyers.

PRODUCTIONS.

La culture dominante en Portugal est celle des céréales, et, de toutes les céréales, la plus importante est le maïs. Cette culture s'est accrue d'une manière considérable depuis 1850 par le défrichement successif des terrains incultes. Aujourd'hui, on voit de vertes moissons là où, il y a à peine quelques années, on chassait le sanglier et le daim.

Froment.

La culture du froment s'est répandue dans tous les districts du Portugal, mais c'est dans les districts de Beja, Evora, Lisbonne, Santarem, Portalegre et Faro qu'elle est la plus importante.

On cultive en Portugal ving-neuf variétés de blé. La quantité de semence est en moyenne de 175 litres par hectare, et le rendement en est de 13 hectolitres; dans le plateau de Beja ce rendement s'élève, pour quelques terres, à 30 et 40 hectolitres par hectare. Dans la zone littorale de l'Algarve, le rendement du froment n'est guère que de 5 à 8 hectolitres par hectare, et, par exception, s'élève à 10 en quelques endroits.

Le poids du froment varie de 78,5 à 82,2 kilogr. par hectolitre selon les variétés; il est en moyenne de 80 kilogr.

Son prix varie beaucoup selon les années et selon les districts; le minimum moyen est de 1 fr. par décalitre, et le maximum est de 2 fr.

Dans la période de 1866-1870, la production moyenne, d'après les documents officiels, a été de 2 061 590 hectolitres; en 1873, la production a été de 2 116 113 hectolitres. Mais si l'on calcule la quantité de céréales nécessaires à la consommation de 4 260 000 habitants, on trouvera que, déduction faite de l'exportation et en y ajoutant l'importation, la correction proportionnelle à ajouter au chiffre de la production du froment est de 677 151 hectolitres.

La production réelle du froment doit avoir été, en 1873, de 2 793 269 hectolitres.

La production moyenne annuelle du froment dans les principaux États étrangers était à cette époque, en millions d'hectolitres :

Angleterre	37	Italie	35
Russie.	80	Prusse.	28
Espagne	66	Belgique	5
États-Unis	98	Portugal	3
Autriche	40	Hollande	2

Maïs.

La culture du maïs domine et surpasse de beaucoup la culture des autres céréales, dans les provinces de Minho et de Beira-Alta, et dans les districts de Leiria et de Santarem. Elle surpasse aussi la culture du froment dans les districts de Guarda, Castello-Branco et Villa-Real. Dans les autres districts, elle est fort au-dessous de la culture des autres céréales. Le district qui en produit le moins est celui de Bragança, et après lui viennent ceux d'Evora et de Beja.

On cultive en Portugal vingt-trois variétés de maïs. La quantité de semence employée est en moyenne de 40 litres par hectare. Le rendement varie de 16 à 20 hectolitres par hectare dans le Minho et la Beira, s'élevant à 40 ou 45 hectolitres dans les terres très fertiles de Tras-os-Montes, du Minho, et dans les plaines du Tage, du Mondégo, etc.

Dans l'Algarve et l'Alemtejo, le rendement n'est que de 4 à 6 hectolitres, et peut s'élever au double dans les terres irriguées.

Le rendement moyen n'est que de 13,7 hectolitres.

La production moyenne, selon la statistique officielle est de 5400000 hectolitres ; elle s'élève à 7128000 si l'on ajoute la correction correspondante.

Le prix de cette céréale varie de 1 fr. à 1 fr. 50 c. le décalitre.

Seigle.

Le seigle est principalement cultivé dans les contrées froides et montagneuses, et dans les sols maigres du pays où le froment ne vient pas bien. La culture du seigle domine particulièrement dans les districts de Guarda, Bragança, Castello-Branco et Villa-Real ; elle

surpasse celle du froment dans les districts de Braga, Porto, Vizeu et Vianna. Les autres districts en produisent de petites quantités.

La quantité employée dans les ensemencements est de 170 à 180 litres par hectare. Le prix du seigle est en moyenne de 0 fr. 90 c. à 1 fr. le décalitre.

La production moyenne, officielle, de cette céréale est de 1 800 000 hectolitres. La production corrigée doit être de 2 340 000 hectolitres.

Orge et avoine.

La culture de l'orge est particulièrement répandue dans l'Alemtejo, l'Estramadure et l'Algarve ; elle a aussi une certaine étendue dans la Beira. L'avoine est surtout cultivée dans l'Alemtejo.

Le rendement moyen de l'orge est de 12 hectolitres par hectare ; celui de l'avoine est de 13.

La production est en moyenne de 700 000 hectolitres pour l'orge, et de 150 000 pour l'avoine.

Riz.

Le riz n'est cultivé que dans les terrains marécageux des districts de Lisbonne, d'Aveiro, de Coïmbre, de Leiria, d'Evora, de Faro et de Portalegre.

Le riz qui, comme on le sait, exige des terrains marécageux ou complètement inondés, s'est répandu partout où il y avait des marécages ; il a même envahi des terres labourables qui pouvaient être inondées avec facilité. De là une cause d'insalubrité dans les régions qui avoisinent les rivières, et le gouvernement en a interdit la culture sur les terres que l'on pourrait destiner à d'autres céréales. On a constaté alors l'existence d'une étendue de marécages qui s'élevait à 44 000 hectares. Cette étendue se trouve diminuée à présent, grâce aux travaux de desséchement entrepris dans les plaines du Tage, du Mondégo et à Aljezur.

Cette culture donne un rendement de 6 à 16 hectolitres par hectare. La production moyenne s'élève à 6 500 000 kilogr. Le prix moyen de l'hectolitre est de 16 fr. 80 c.

En résumé, la production des céréales n'est en Portugal que de

13 à 14 millions d'hectolitres. La superficie destinée à cette culture s'élève à 1127000 hectares. Quoique le Portugal ne récolte pas les céréales nécessaires à sa consommation, il est un des pays qui, relativement à leur étendue, produisent le plus de maïs.

Le tableau ci-après fait nettement ressortir l'importance de la production des céréales dans les divers pays à l'époque correspondant aux évaluations du colonel Pery (1870-1875):

Production des céréales par habitant (en hectolitres)[1].

Roumanie	14,4	Wurtemberg	4,7
États-Unis	14,0	Irlande	4,6
Danemark	11,8	Turquie	4,6
Russie	8,1	Finlande	4,4
Prusse	8,0	Grande-Bretagne	4,2
France	6,9	Saxe royale	3,8
Hongrie	6,8	Serbie	3,8
Bavière	6,5	Portugal	3,3
Suède	5,5	Hollande	3,2
Duchés allemands	5,1	Norvège	3,1
Belgique	4,9	Grèce	3,1
Espagne	4,9	Italie	2,8
Autriche	4,7	Suisse	2,1

Pommes de terre.

La culture de la pomme de terre est une des plus importantes du pays, particulièrement dans les provinces du Nord, où ce tubercule entre pour une grande part dans l'alimentation du peuple. Les districts les plus producteurs sont: Guarda, Villa-Real, Bragança, Vizeu, Lisbonne, Castello-Branco, Coïmbre et Aveiro. Les moins producteurs sont: Evora et Beja.

D'après les documents officiels, la production moyenne, dans la période de 1861 à 1870, a été de 1751000 hectolitres; mais la correction à ajouter à ce chiffre étant de 1143000 hectolitres, la production réelle doit être de 2894000 hectolitres. Par suite de la maladie qui a atteint les pommes de terre, la production, en 1873, s'est abaissée à 2642000 hectolitres.

1. *Statistique agricole internationale.*

La pomme de terre donne des produits assez abondants, le rendement moyen par hectare s'élevant à 96 hectolitres.

Le prix de vente de la pomme de terre, toujours plus élevé dans le Sud que dans le Nord du pays où elle est plus abondante, est en moyenne de 6 fr. 70 c. l'hectolitre. Dans l'Alemtejo, le prix moyen atteint 9 fr.

La pomme de terre donne lieu à un commerce d'exportation important. En 1871, l'exportation s'est élevée à 5 559 029 kilogr.

Légumineuses.

On comprend, sous cette dénomination, les haricots, les pois, les fèves, les pois-chiches, les lentilles, les gesses et les lupins. La culture des haricots est plus répandue dans les districts au nord du Tage ; celle des gesses et des pois-chiches l'est davantage dans les districts au sud de ce fleuve.

La production moyenne des légumes secs pour la période de 1866 à 1870, selon les documents officiels, a été de 22 798 000 kilogr. ; en 1873, cette production a été de 20 960 000 kilogr.

L'erreur de cette statistique est évaluée à 30 000 000 de kilogrammes, ce qui élève la production à plus de 50 000 000 de kilogrammes.

Autres cultures.

On cultive, en Portugal, une grande quantité de racines et de légumes verts, dont il est impossible d'apprécier la valeur, et qui entrent dans la consommation générale ou servent de nourriture aux animaux.

La culture des oignons a pris un développement considérable par suite de l'importante exportation qu'on en fait pour l'Angleterre et le Brésil.

Dans le littoral de l'Algarve, on récolte de grandes quantités de patates douces (*Convolvulus batata*) entièrement destinées à l'alimentation du peuple.

L'arachide (*Ginguba* ou *Mendobi*) y a été acclimatée, et l'on y a essayé, avec d'heureux résultats, la culture de la canne à sucre et du coton.

Lin et chanvre.

Ces deux plantes textiles sont cultivées dans presque tout le pays ; mais leur culture se trouve plus répandue dans les provinces de Minho, de Tras-os-Montes, de Beira et de l'Estramadure au nord du Tage.

Au sud de ce fleuve, on cultive le chanvre, et un peu de lin dans le district de Portalègre et dans la région montagneuse de l'Algarve.

La production moyenne de cette importante culture industrielle est de 170 000 hectolitres de graines et 10 000 quintaux de filasse.

La quantité de graine que l'on emploie dans les semences varie selon le but qu'on se propose ; on sème 100 litres par hectare quand on ne veut récolter que de la graine ; 210 litres quand on veut obtenir du lin fin.

Le rendement moyen du lin par hectare, est de 7 à 10 hectolitres de graines et 400 kilogr. de filasse.

Le chanvre ne produit que 4 à 6 hectolitres de graines par hectare, mais il donne en revanche 800 à 1 000 kilogr. de filasse.

Les 10 000 quintaux de filasse de la production d'une année se réduisent, après les premières opérations exécutées par le producteur, à 1 000 quintaux de lin, 1 800 d'étoupes et 1 500 de bourres.

Le prix de la filasse est de 0 fr. 25 c. le kilogramme, celui du lin 2 fr., de l'étoupe 0 fr. 90 c. et des bourres 0 fr. 30 c.

Vignes.

La culture de la vigne remonte, en Portugal, à la plus haute antiquité et constitue une des principales richesses agricoles de ce pays. Soit dans quelques systèmes de culture, soit dans quelques procédés de fabrication du vin, le cachet romain s'y révèle encore aujourd'hui.

Son plus grand développement ne date, cependant, que du milieu du XVIIIe siècle, particulièrement dans la région vinicole du Douro, après que la Compagnie des vins du Alto Douro eut été organisée

par le marquis de Pombal. Le tableau ci-dessous fait parfaitement ressortir ce développement.

Exportation de vin par le port de Porto depuis 1678.

	Pipes[1].
1678 à 1687	632
1689 à 1717	7 188
1757	12 482
1775	24 013
1795	55 918
1798	72 496
1807	54 718
1819	26 387
1825	51 939
1833	20 809
1843 à 1852 (moyenne)	33 176
1853	60 674
1856-1857	38 300
1857-1858	19 430

On voit que, depuis 1757 jusqu'à la fin du siècle, l'accroissement est progressif; les agitations du pays et de l'Europe, depuis le commencement de ce siècle jusqu'à 1833, expliquent la considérable diminution ainsi que les fortes oscillations que l'on observe dans l'exportation de cette période; enfin l'énorme diminution de 1857 à 1858 est due aux ravages de l'oïdium qui a fait son apparition en Portugal vers l'année 1854.

Pour l'année 1852, la production du vin est ainsi évaluée :

PROVINCES.	VIN MUR.	VIN VERT.	TOTAUX. Pipes.
Minho	»	199 509	199 508
Tras-os-Montes	188 990	13 691	202 681
Beira	203 549	67 211	270 760
Estramadure	157 149	»	157 149
Alemtejo	24 860	»	24 860
Algarve	10 210	»	10 210
			865 169
Hectolitres			4 325 845

1. La pipe équivaut à 450 litres.

En 1848, la production a été de 843 674 fûts de 500 litres; en 1849, elle a été de 485 023; en 1850, 499 462, et en 1851, 787 809.

Dans la période décennale de 1861-1870, la production moyenne officielle a été de 1 743 556 hectolitres. En 1873, elle a été de 2 041 715 hectolitres.

L'erreur statistique est évaluée à 2 042 600 hectolitres, ce qui élève la production de 1873 au chiffre de 4 086 000 hectolitres, chiffre qui doit être encore fort au-dessous de ce qu'il est en réalité, attendu qu'on ne peut tenir compte de la grande quantité de vin qui constitue le stock.

La superficie occupée par les vignobles est évaluée à 270 000 hectares, et l'on compte de 5 000 à 6 000 ceps par hectare.

Le rendement moyen de la vigne est de 25 hectolitres par hectare. En France, le rendement est évalué à 21 hectolitres par hectare; il y a cependant des départements qui présentent un produit maximum voisin de 60 hectolitres.

La vigne est cultivée dans tout le pays, mais dans des conditions différentes, ce qui est la cause du grand nombre de variétés de vins produites par les diverses régions viticoles : la diversité des formations géologiques, la variété des conditions climatériques, ainsi que la multiplicité des espèces de raisins; tout, en un mot, contribue à augmenter la diversité des vins portugais. Si l'on classe les districts d'après la quantité de vin produite, ils se groupent ainsi : Vizeu, Lisbonne, Aveiro, Braga, Bragança, Leiria, Santarem, Porto, Coïmbre, Vianna, Guarda, Evora, Beja, Villa-Real, Castello-Branco, Portalegre, Faro. Au point de vue de la qualité des produits, ils se classent ainsi : Vizeu, Villa-Real, Bragança, Lisbonne, Faro, Aveiro, Santarem, Beja, Evora, Leiria, Coïmbre, Castello-Branco, Portalegre, Guarda, Braga, Vianna, Porto.

Les principaux centres vinicoles sont, pour le vin mûr : Douro, qui se partage en Douro inférieur, haut Douro et Douro supérieur, et qui embrasse une partie des districts de Vizeu, Villa-Real et Bragança, sur les deux rives du Douro; Bragança, Castro-Vicente et Bemposta, dans le district de Bragança; Oura, dans le district de Villa-Real; Dão, dans le district de Vizeu; Baïrrada, dans le dis-

trict d'Aveiro; Fundão et Penamacor, dans le district de Castello-Branco, Figueiró dos Vinhos, Alcobaça et Caldas, dans le district de Leiria, Mação, Torres Novas, Cartaxo, Chamusca et Almeirim, dans le district de Santarem; Torres Vedras, Carcavellos, Arruda, Bucellas, Collares, Termo de Lisbonne, Lavradio, Azeitão et Setubal, dans le district de Lisbonne; Castello de Vide et Elvas, dans le district de Portalegre; Borba, Extremoz, Evora et Redondo, dans le district d'Evora; Cuba, Vidigueira et Beja, dans le district de Beja; Fuzeta et Portimão, dans le district de Faro.

Pour le vin vert, les principaux centres de production sont : Amarante et Basto, dans les districts de Porto et Braga; Arcos et Monsão, dans le district de Vianna.

D'après quelques études sur l'ampélographie du Portugal, on connaît un grand nombre de variétés de raisins; pour les raisins blancs, on connaît près de 100 variétés; pour les raisins colorés, 139.

Le commerce des vins portugais, qui était limité à l'exportation des vins du Alto-Douro, connus dans le monde entier sous la dénomination de *vins de Porto,* s'est généralisé depuis quelques années à tous les autres vins principaux du pays, notamment à ceux de Baïrrada, de Dão, de Cartaxo, de Torres, etc.; les vins verts du Minho sont aujourd'hui très appréciés sur les marchés du Brésil.

Fruits divers.

La culture des arbres fruitiers est très répandue et donne lieu à un commerce d'exportation fort important, soit en fruits verts, soit en fruits secs.

La statistique officielle ne nous donne des renseignements que pour les oranges, les châtaignes, les amandes, les noix et les olives.

La production des oranges, d'après la statistique de 1873, est évaluée à 250 millions, et celle des limons à 33 millions. La production des châtaigneraies est, en moyenne, de 270 000 hectolitres. Les amandiers ont produit 21 250 hectolitres et les noyers 28 217.

Les districts qui produisent la plus grande quantité et, en même temps, les meilleures oranges, sont : Faro, Lisbonne, Leiria, Coïmbre, Evora, Aveiro, Braga, etc.

Les amandiers abondent particulièrement dans les districts de Bragança, Guarda et Faro. Le châtaignier est surtout abondant dans les districts de Bragança, Villa-Real, Guarda, Portalegre, Castello-Branco, Santarem.

Les oliviers couvrent de grandes étendues dans les districts de Beja, de Lisbonne, de Santarem et de Castello-Branco, qui sont les producteurs de la meilleure huile d'olive ; ils couvrent aussi d'importantes superficies dans les districts d'Evora, Faro, Bragança, Coïmbre et Villa-Real.

La production moyenne de l'huile d'olive a été de 180 000 hectolitres, dans la période de 1861 à 1870, d'après les documents officiels ; mais si l'on ajoute à ce chiffre la correction convenable, il s'élève à 250 000 hectolitres.

Le prix de l'hectolitre est, en moyenne, de 50 fr.

Bois et forêts.

Il y a, dans le pays, des régions abondamment couvertes d'arbres de diverses espèces, tandis que, au contraire, on en trouve d'autres entièrement dénudées. Dans le premier cas, se trouvent la province du Minho, la zone littorale depuis Ovar jusqu'à Caldas, une partie du centre de l'Alemtejo, le littoral de l'Algarve et d'autres superficies boisées, à l'intérieur de la Beira et du Tras-os-Montes. Dans le second cas, se trouvent la région montagneuse du pays, presque en entier, et les vastes landes au sud du Tage.

La superficie des forêts et des bois proprement dits n'a que 310 000 hectares, mais si l'on y ajoute 782 000 hectares de bois productifs, et un quart de la superficie des terres labourables, soit 550 000 hectares, qui représentent à peu près l'étendue occupée par les arbres fruitiers épars dans les champs cultivés, on obtiendra le chiffre de 1 642 000 hectares pour représenter la superficie couverte d'arbres de diverses espèces, soit 18.3 p. 100 de la superficie totale du royaume.

La superficie de 310 000 hectares de bois et forêts peut être décomposée ainsi :

Forêts de l'État	25 000
Forêts des communes	2 000
Bois appartenant à des particuliers	183 000
Bois de chênes et de châtaigniers	100 000
Total	310 000

Les forêts et bois de l'État sont au nombre de 27 et sont situés en des points différents du pays.

De ces forêts, la plus importante est la forêt de Leiria, dont la plantation a été ordonnée par le roi Denis. Elle a une superficie de près de 10 000 hectares. Les autres bois n'ont chacun que 500 à 2 000 hectares.

En général, ces bois appartenaient aux anciens couvents que la loi déclara biens nationaux lors de l'extinction des ordres religieux. Le plus important de tous est, sans contredit, celui du Bussaco dont l'existence atteste hautement la possibilité de convertir en bois et en taillis épais les versants arides et dénudés des montagnes.

Les essences principales qui fournissent des bois de construction, sont : le pin, le sapin, le chêne, le châtaignier, le chêne-liège et le chêne vert ou l'yeuse. Le cèdre, le peuplier, l'orme, le platane, le frêne, etc., peuplent aussi les bois de l'État. Le noyer, le cerisier et autres, sont destinés à l'ébénisterie.

La forêt de Leiria fournit d'excellents bois de construction navale ; de ses bois de pin on extrait aussi de la résine.

En l'année 1859-1860, les forêts et bois de l'État produisirent les espèces ci-dessous.

Arbres abattus : 78 155.

Bois de construction	309 360 fr.
Bois de chauffage	33 500
Fagots (79 099 charretées)	42 300
Produits résineux fabriqués	17 430
Substances résineuses recueillies	9 800
Semences	12 940
Rentes	2 030
Autres produits	2 280
Total	429 640 fr.

Les recettes et les dépenses, pour les années ci-dessous, ont été :

	RECETTES.	DÉPENSES.
1859-1860	350 168 fr.	283 068 fr.
1861-1862	333 844	336 056
1874-1875	287 588	248 914

Depuis quelques années, l'Administration des forêts se trouve partagée en trois divisions. Le produit de chacune de ces trois divisions forestières, pour l'année 1874-1875, a été :

Division du Centre :

Arbres abattus : 122 617.

Produit des coupes	43 154 m. c.
Valeur	114 780 fr.

Division du Sud :

Produit des coupes	2 759 m. c.
Valeur	8 740 fr.

Division du Nord :

Produit des coupes	2 166 m. c.
Valeur	15 816 fr.

L'extraction de la résine a été faite sur 320 000 arbres occupant une superficie de 1 663 hectares. Voici les résultats obtenus pendant l'année 1874-1875 :

Gomme	398 013 kilogr.
Produits de la fabrication	377 197
Valeur des produits	72 945 fr.

La forêt nationale de Leiria se trouve reliée au petit port de São Martinho par un chemin de fer à traction animale, dont la longueur est de 37 kilomètres.

Le personnel de l'Administration des forêts de l'État est organisé et rémunéré comme suit :

Administrateur général	6 160 fr.
Secrétaire	2 240
Adjudant	1 000
Personnel du bureau	8 340
3 chefs de division	11 620
1 directeur	2 000
6 régisseurs	7 380
1 aumônier, administrateur du sanctuaire du bois de Bussaco	1 210
1 servant	480
4 caporaux	3 370
37 gardes	17 580
Total	61 380

Prairies et pâturages.

Ce n'est que dans la province de Minho que la culture des prairies artificielles a quelque importance; dans les autres provinces, les prairies artificielles n'ont pas eu le développement qu'on aurait pu désirer.

Dans les provinces du Nord et dans la Beira, les prairies naturelles abondent. Dans l'Alemtejo et l'Algarve, leur superficie très étendue ne fournit de pâturages plus ou moins abondants qu'au printemps et en été; le reste de l'année, les troupeaux paissent dans les terres à céréales ou dans les landes qui ne peuvent leur donner qu'une maigre alimentation.

Les prairies artificielles et les prairies naturelles fauchables sont temporaires ou permanentes.

Les prés temporaires sont, en général, constitués par les terres irriguées du Minho et d'une partie du Tras-os-Montes et de la Beira, lesquelles, après qu'on en a récolté le maïs, sont transformées en prés artificiels jusqu'à la fin de l'hiver. On sème dans ces prés, le trèfle, le sainfoin, la houlque (*Holcus lanatus*) et d'autres herbes. On emploie quelquefois aussi le seigle et l'orge.

Les prairies permanentes sont produites par les terres constamment détrempées que l'on rencontre dans les vallées des provinces du Nord. Les terrains salés des lacunes d'Aveiro, Favo et Castro-Marim rentrent dans cette catégorie, attendu qu'ils produisent toute l'année des pâturages que l'on emploie dans l'alimentation du gros bétail et des troupeaux de moutons.

ANIMAUX DOMESTIQUES.

Le premier recensement des bestiaux exécuté en Portugal fut celui de 1870. Les diverses statistiques publiées jusqu'à cette époque ne sont que des tentatives plus ou moins heureuses, dont la plus complète est celle de 1852, organisée par le bureau d'agriculture.

Le tableau ci-dessous fait ressortir les résultats des statistiques de ces deux années.

	NOMBRE DE TÊTES.	
	1852.	1870.
Chevaux	69 785	79 716
Mulets	38 899	50 690
Anes	133 171	137 950
Bœufs	522 638	520 474
Moutons	2 417 049	2 706 777
Chèvres	1 044 743	936 869
Porcs	858 334	776 868

Par la comparaison de ces deux recensements, on reconnaît aisément que dans celui de 1870 se sont glissées des inexactitudes, particulièrement en ce qui concerne les espèces bovine, caprine et porcine, car il est impossible d'admettre que l'élevage des animaux de ces espèces ait diminué de 1852 à 1870, période dans laquelle le développement de l'agriculture a été si considérable et l'exportation de ces animaux s'est élevée au quintuple, comme le fait parfaitement ressortir le tableau suivant[1].

	VALEUR MOYENNE ANNUELLE.	
	Importation.	Exportation.
1796 à 1800	1 064 000 fr.	33 600 fr.
1801 à 1810	1 304 800	39 200
1811 à 1820	2 010 400	44 800
1820 à 1831	1 439 200	»
1842, 1843, 1848	313 600	319 200
1851, 1855, 1856	1 355 200	1 304 800
1861 à 1865	6 501 600	3 460 800
1866 à 1870	4 144 000	6 893 600

1. Extrait du rapport qui précède le recensement général des animaux domestiques, rapport élaboré par M. R. de Moraes Soares, directeur général du Commerce et de l'Industrie au ministère des travaux publics.

Tous les fonctionnaires chargés des travaux de ce recensement sont d'accord sur le déficit de cette statistique ; le savant professeur de zootechnie, M. Silvestre Bernardo Lima, en évalue l'erreur à 11/8 pour cent têtes, et 33 p. 100 de la valeur imputée aux animaux.

Le tableau suivant fait ressortir le recensement officiel brut et rectifié :

ESPÈCES.	RECENSEMENT OFFICIEL.			RECENSEMENT RECTIFIÉ.		
	NOMBRE de têtes.	VALEURS en milliers de francs.	VALEUR moyenne par tête.	NOMBRE de têtes.	VALEURS en milliers de francs.	VALEUR moyenne par tête.
Chevaline. . . .	79 716	10 776	135	88 000	14 221	162
Mulassière. . . .	50 690	6 984	138	50 690	8 381	166
Asine	137 950	3 812	28	137 950	3 812	28
Bovine.	520 474	72 192	139	624 568	90 972	170
Ovine	2 706 777	11 312	4	2 977 454	14 931	5
Caprine	936 869	3 977	4	936 869	4 773	5
Porcine.	776 868	22 734	30	971 085	38 362	40
TOTAUX . . .	5 209 344	131 787	»	5 786 616	175 452	»

D'après la statistique, la réduction des têtes naturelles recensées en têtes normales ou de gros bétail[1] donne, au total, le rapport de 5 têtes naturelles pour 1 tête normale. En Europe, ce rapport est, en général, de 3 pour 1. Cette supériorité provient de ce que, dans la plupart des pays de l'Europe, le gros bétail est plus abondant, de même que le petit bétail est de plus grand volume et de plus grand poids qu'en Portugal.

Le tableau suivant présente la réduction des têtes naturelles à des têtes normales, ainsi que leur rapport à la superficie et à la population.

1. Les rapports pour la réduction des animaux portugais sont : chevaux et mulet, de $1^m,54$, 1 tête naturelle pour 1 tête normale ; au-dessous de $1^m,54$, 3 pour 2, poulains d'un an à trois ans, 2 pour 1 ; ânes, 2 pour 1 ; bœufs, 1 pour 1 ; veaux, 3 pour 1 ; bouvillons, 2 pour 1 ; moutons et chèvres, 15 pour 1 ; agneaux, 30 pour 1 ; porcs, 6 pour 1 ; cochons de lait, 12 pour 1.

ESPÈCES.	TÊTES NORMALES.	VALEUR MOYENNE d'une tête normale.	RAPPORT par KILOMÈTRE carré absolu.	RAPPORT par KILOMÈTRE carré cultivé.	RAPPORT pour 1 000 HABITANTS.
		Francs.			
Chevaline.	57 993	186	0.65	1.74	14.58
Mulassière	39 186	174	0.44	1.18	10.77
Asine	67 390	56	0.76	2.02	17.61
Bovine.	463 480	151	0.17	13.91	121.12
Ovine	170 371	62	1.91	5.11	44.52
Caprine	58 236	67	0.64	1.75	15.23
Porcine	96 967	230	1.07	2.92	25.35
TOTAUX. . . .	953 623	»	10.64	28.63	249.18

Le Portugal possède peu de bétail, comparé aux autres pays de l'Europe ; il suffit, pour s'en convaincre, de mettre en regard les chiffres absolus afférents aux divers pays; mais cette infériorité devient plus évidente si l'on compare les chiffres réduits à des têtes normales.

C'est ce que l'on peut voir à l'aide du tableau ci-après, où nous faisons ressortir la proportion des diverses espèces d'animaux dans les principaux pays de l'Europe, ainsi que les rapports des têtes normales par kilomètre carré et par 1 000 habitants.

Cependant, cette infériorité n'est pas aussi grande qu'elle le paraît d'après les chiffres ci-dessus, car, nous le répétons, les résultats de ce recensement sont bien loin d'être exacts.

TABLEAU.

PAYS.		NOMBRE DE TÊTES PAR KILOMÈTRE CARRÉ.						TÊTES NORMALES par kilomètre carré.	TÊTES NORMALES par 1 000 habitants.
		CHEVALINS.	MULASSIÈRE et asine.	BOVINS.	OVINS.	CAPRINS.	PORCINS.		
Grande-Bretagne		9.1	»	25.7	125.5	»	10.6	47.8	515
Irlande		6.3	»	49.2	53.2	»	12.4	»	»
Danemark		8.3	»	32.4	47.1	»	11.7	5.9	1 202
Norvége		0.5	»	3.0	5.3	0.9	0.3	»	»
Suède		1.0	»	4.5	3.5	0.2	0.8	6.2	650
Russie		3.1	»	4.4	9.0	0.3	1.9	8.6	693
Finlande		0.7	»	2.6	2.4	0.1	0.5	»	»
Autriche		4.5	0.1	24.7	16.7	3.2	8.4	30.9	552
Hongrie		6.6	0.1	16.3	46.5	1.7	13.7	30.5	718
Suisse		2.5	»	24.0	10.7	9.0	7.3	30.8	500
Allemagne	Prusse	6.5	»	21.5	56.5	4.2	12.8	36.9	540
	Bavière	3.4	»	39.1	17.1	2.5	11.1	51.1	803
	Saxe	7.7	»	43.1	13.8	7.0	20.1	56.1	315
	Wurtemberg	4.9	»	48.7	2[illegible].7	2.0	13.7	61.7	685
	Duchés	4.6	»	88.9	19.0	7.4	21.7	»	»
Hollande		7.6	0.1	41.7	27.3	4.4	18.6	53.9	492
Belgique		9.6	0.4	42.2	19.9	6.7	21.4	66.0	402
France		5.1	1.3	22.1	47.3	3.4	10.9	34.6	491
Espagne		1.1	4.5	5.8	44.3	8.9	8.6	11.3	367
Portugal		0.9	2.0	5.7	29.7	10.3	8.4	10.6	249
Italie		1.3	2.4	11.8	22.6	5.7	5.2	24.9	291
Grèce et îles		1.4	2.0	2.3	25.2	28.1	1.2	»	»
Roumanie		3.5	0.2	15.2	39.5	1.6	7.0	»	»
EUROPE		0.4	0.4	9.5	20.5	1.8	4.5	»	»

En examinant ce tableau, on voit que, si, par l'ensemble des animaux, réduits à des têtes normales, le Portugal se place au plus bas de l'échelle, il n'en est plus de même si l'on sépare le gros bétail ; alors il se place au milieu de l'échelle, et monte même au second rang par rapport au nombre de têtes de l'espèce caprine.

Classés d'après la densité du bétail, c'est-à-dire d'après le nombre de têtes par kilomètre carré, les districts se groupent comme il suit, par ordre décroissant : Porto, Braga, Aveiro, Coïmbre, Villa-Real, Vizeu, Bragança, Leiria, Vianna, Portalegre, Evora, Guarda, Santarem, Lisbonne, Beja, Faro et Castello-Branco.

Si on les classe par rapport à la valeur du bétail par kilomètre carré, ils se rangent dans l'ordre suivant, le district de Vizeu étant celui qui présente la valeur moyenne de 1 400 fr. : Porto, Braga,

Aveiro, Vianna, Coïmbre, Bragança, Vizeu, Villa-Real, Evora, Lisbonne, Portalegre, Leiria, Santarem, Guarda, Beja, Faro, Castello-Branco.

Avant de passer outre, nous ferons remarquer que ce recensement est resté fort loin de la vérité, surtout en ce qui concerne la valeur attribuée aux divers animaux, ce qui, d'ailleurs, ne doit pas nous surprendre, attendu que ce fut le premier recensement d'animaux fait en Portugal.

Espèce chevaline.

L'élevage des chevaux a, de tout temps, attiré l'attention du Gouvernement.

En effet, des lois ont été promulguées en Portugal, dès la fin du XIVe siècle, dans le but de développer la production chevaline. On a établi des haras dans diverses localités de l'Alemtejo, de la Beira et de l'Estramadure, d'où sont sortis les types bien connus, tels que ceux d'Alter et des plaines de Coïmbre.

Les haras de Cantanhede et du Ribatejo (Almeirim, Chamusca, Gollegã, etc.) ont aussi conquis une juste renommée.

Tombés en décadence, les haras ont été abolis en 1821, à l'exception de celui d'Alter qui appartenait à la maison de Bragança.

Depuis vingt ans, la création de nouveaux haras, ainsi que les expositions d'animaux et les concours de district, ont amélioré la race et augmenté la production de l'espèce chevaline.

En 1872, le nombre des haras était de 59. Depuis 1857, ces haras ont reçu 84 étalons des races: Alter, espagnole, arabe, hanovrienne, anglaise, marocaine, percheronne, anglo-normande.

On distingue deux types dans les races chevalines portugaises:

1° Le type *gallicien,* petit de taille, mais robuste et sobre ; il se rencontre dans les provinces du Nord;

2° Le type *bétique-lusitanien,* qui est le plus répandu, particulièrement dans les provinces du Sud. A ce type appartient le cheval d'Alter, dont la race est la plus belle entre toutes.

Le chiffre de 79 716 têtes de l'espèce chevaline se décompose ainsi :

		NOMBRE.	VALEUR.	VALEUR moyenne.
		—	— Francs.	— Francs.
Chevaux.	de taille (1m,54 et au-dessus)	10 296[1]	3 672 900	357
	au-dessous de taille	19 565	1 876 389	96
Juments.	de taille	8 965	1 586 525	177
	au-dessous	38 834	2 932 425	87
Poulains et pouliches		7 056	708 314	101
	TOTAUX ET MOYENNE	79 716	10 777 553	134

Les chevaux de taille sont dans le rapport de 26 p. 100 de l'ensemble des têtes chevalines; les autres sont dans le rapport de 73 p. 100.

Le rapport entre le chiffre des chevaux et celui des juments est de 1 p. 1.4.

Le nombre de chevaux par kilomètre carré est de 0.88; le district de Porto présente le rapport spécifique le plus élevé, 2.17, et, après lui viennent les districts de Braga 1.89, Lisbonne 1.79, Santarem 1.50, Vianna 1.14, Coïmbre 1.12, Aveiro 1.09 et Villa-Real 0.91, qui se trouvent au-dessus de la moyenne. Les districts au-dessous de la moyenne sont ceux de Vizeu 0.69, Evora 0.62, Guarda 0.59, Bragança 0.57, Leiria 0.56, Portalegre 0.54, Beja 0.46, Faro 0.40 et Castello-Branco 0.24.

Evora, Portalegre, Lisbonne et Santarem sont les districts où il y a une meilleure production chevaline.

Le recensement de 1870 a classé les têtes chevalines d'après le service qu'elles sont appelées à rendre; c'est ce que montre le tableau suivant :

SERVICES.		CHEVAUX.[1]		JUMENTS.	
—		Nombre de têtes. —	Valeur moyenne. — Francs.	Nombre de têtes. —	Valeur moyenne. — Francs.
De selle.	Armée	2 186	598	»	»
	Particuliers	7 416	219	8 039	133
De trait		3 325	290	886	313
De labour		3 552	132	4 201	128
De charge		5 396	86	6 110	83
Tout service		7 658	88	12 160	112
Étalons, juments poulinières		328	411	11 403	124

1. Dans ce chiffre se trouvent inclus les chevaux de l'armée, au nombre de 2 186, et d'une valeur moyenne de 594 fr.

Les districts qui possèdent le plus grand nombre de juments poulinières sont : Santarem 1 571, Braga 1 233, Portalegre 1 019, Coïmbre 982, Aveiro 966, Evora 929, Beja 833, Vianna 691, lesquels se trouvent au-dessus de la moyenne générale de 670.

Le rapport des étalons pour les juments poulinières est de 1 pour 36.

Le nombre de possesseurs des têtes chevalines est de 49 772, soit :

De 1 à 5 têtes	48 880
De 6 à 10 têtes	438
De 11 à 20 têtes	207
De 21 à 50 têtes	182
De 51 à 100 têtes	67
De 101 à 150 têtes	9
De 151 à 300 têtes	8

Le commerce des chevaux avec les pays étrangers a augmenté considérablement ; toutefois, les importations dépassent toujours les exportations, ainsi que le fait connaître le tableau ci-après :

PÉRIODES.	IMPORTATION MOYENNE.		EXPORTATION MOYENNE.	
	Nombre de têtes.	Valeur.	Nombre de têtes.	Valeur.
		Francs.		Francs.
1842, 1843, 1848	252	118 338	171	20 428
1851, 1855, 1856	660	208 287	322	59 330
1831 à 1865	1 042	412 897	593	96 807
1866 à 1870	1 064	290 906	353	57 674

Voici quel est le nombre de chevaux que possédaient les principaux pays, dans les années 1871 et 1872 :

Russie d'Europe	15 217 634
États-Unis	8 990 900
Autriche-Hongrie	3 339 876
France	2 282 351
Grande-Bretagne et Irlande	2 265 307
Prusse	2 278 724
Italie	1 391 626
Espagne (1865)	672 559
Suède	428 446
Bavière	380 108
Danemark	316 570

Belgique	283 163
Hollande	252 054
Norvège	149 167
Saxe.	107 222
Wurtemberg.	104 297
Suisse.	100 324
Grèce	98 938
Portugal	88 000

Espèce mulassière.

Le mulet se rencontre plus fréquemment dans les provinces méridionales du pays, où il peut rendre d'importants services, grâce à la précieuse aptitude qu'il possède de supporter aisément les températures les plus élevées; on l'y emploie dans les travaux agricoles, comme bête de trait, ou comme bête de somme.

D'après le recensement de 1870, le chiffre des mulets s'élève à 50 690, et leur valeur à 6 984 762 fr., la moyenne de la valeur par tête étant de 135 fr.

Le nombre de mulets par kilomètre carré est de 0.56, et leur rapport pour 1 000 habitants est de 13.24. Le chiffre des têtes naturelles de cette espèce, réduit à des têtes normales, passe à 39 186, ou 4.1 p. 100 de l'ensemble des têtes normales.

Les districts où le nombre de mulets, par kilomètre carré, est au-dessus de la moyenne, sont : Faro 1.17, Beja 0.98, Evora 0.94, Porto 0.87, Portalegre 0.82, Leiria 0.66.

Les autres districts donnent les rapports suivants : Lisbonne 0.49, Braga 0.46, Aveiro 0.41, Coïmbre 0.40, Villa-Real 0.39, Guarda 0.37, Vizeu 0.32, Santarem 0.29, Bragança et Castello-Branco 0.20, Vianna 0.13.

Le nombre des possesseurs de mulets étant de 31 405, on a :

De 1 à 5 têtes	30 827
De 6 à 10 têtes	516
De 11 à 20 têtes	50
De 21 à 50 têtes	10
De 51 à 100 têtes	1
Au-dessus de 100.	1

On compte : 1 041 mulets de trait, dont 238 appartiennent à l'ar-

mée et ont une valeur moyenne de 982 fr., et 803 appartiennent à des particuliers et ont une valeur moyenne de 336 fr.; 25729 mulets de selle ou de charge, dont la valeur moyenne est de 112 fr.; et 21 042 mulets employés dans les travaux agricoles et qui ont une valeur moyenne de 152 fr. Les districts qui fournissent le plus grand nombre de mulets sont : Beja, Guarda, Faro, Evora et Portalegre.

Voici quel a été le mouvement du commerce de mulets :

PÉRIODES.	IMPORTATION MOYENNE.		EXPORTATION MOYENNE.	
	Nombre de têtes.	Valeur.	Nombre de têtes.	Valeur.
		Francs.		Francs.
1842, 1843, 1848 . . .	51	14 600	384	43 521
1851, 1855, 1856 . . .	220	77 862	488	105 489
1861 à 1865	318	86 746	6 172	189 535
1866 à 1870	578	142 769	804	130 497

Espèce asine.

Le nombre de têtes de cette espèce est de 137950, représentant une valeur de 3 812 100 fr. La valeur moyenne par tête est de 25 fr.

Ce chiffre se décompose ainsi : 61 447 ânes, 67 242 ânesses et 9261 ânons.

Le nombre de têtes par kilomètre carré est de 1.53 ; le rapport pour 1 000 habitants est de 36.04.

Sont au-dessus de la moyenne générale : les districts de Leiria 3.75, Faro 2.56, Lisbonne, 2.14, Santarem 2.12, Garda 1.83, Coïmbre 1.77, Bragança 1.64. Au-dessous de la moyenne se trouvent les districts de Portalegre 1.36, Evora 1.35, Beja 1.19, Villa-Real 1.16, Castello-Branco 1.01, Porto 0.95, Vizeu 0.81, Braga 0.76, Aveiro 0.46, Vianna 0.18.

Les possesseurs de bêtes de cette espèce sont au nombre de 110510, dont :

De 1 à 5 têtes	110 323
De 6 à 10 têtes	137
De 11 à 20 têtes	45
De 21 à 50 têtes	4
Au-dessus de 50 (district de Beja)	1

Le tableau ci-dessous indique les moyennes annuelles du mouvement du commerce de ces animaux :

PÉRIODES.	IMPORTATION MOYENNE.		EXPORTATION MOYENNE.	
	Nombre de têtes.	Valeur.	Nombre de têtes.	Valeur.
—	—	— Francs.	—	— Francs.
1842, 1843, 1848.	90	4 300	241	7 000
1851, 1855, 1856.	191	15 341	138	8 181
1861 à 1865.	302	23 430	310	17 133
1866 à 1870.	516	28 549	352	15 829

Espèce bovine.

Il y a en Portugal 8 races bovines présentant des différences aussi tranchées entre elles qu'avec les races étrangères.

1° Race *minhota* ou *gallega ;* c'est surtout une race de travail, apte à l'engraissement ; les vaches donnent en moyenne 1 000 litres de lait, dont 24 à 25 litres produisent 1 kilogr. de beurre. Les bœufs donnent un poids net en viande de 50 à 54 p. 100 ;

2° Race *barroza ;* elle est doublement apte au travail et à l'engraissement. Dans les concours régionaux de Braga, et les expositions de Porto et de Penafiel, on a exhibé des bœufs gras ayant un poids vif de 850 à 980 kilogr.

Les vaches de cette race peuvent fournir de 1 000 à 1 200 litres de lait ; il faut à peu près 18 litres de lait pour donner 1 kilogr. de beurre et 3 de fromage.

L'élevage de cette race a lieu principalement dans les montagnes de Barroso et de Gerez. Dans la région montagneuse de Marâo, vit une variété de bœufs, appelée *maroneza,* qui ne diffère guère de la race *barroza.*

3° Race *mirandeza ;* elle est de grande taille ; son aptitude principale est celle du travail, mais elle engraisse aisément ; elle est très peu laitière.

Cette race a pris le nom de la ville de Miranda do Douro, aux environs de laquelle elle vit principalement ; elle est, cependant très répandue dans la Beira et l'Estramadure.

On remarque trois variétés principales de cette race : *braganceza-mirandeza, beiroa* et *mirandeza, estremenho* ou *ratinho serrano.*

Des bœufs de 500 à 600 kilogr. donnent un poids net de 53 à 57 p. 100.

4° Race *arouqueza;* apte au travail et engraissant avec facilité. Dans les expositions de Porto, on a vu des bœufs de cette race avoir un poids de 800 à 1 000 kilogr.

Les vaches ne donnent que 600 litres de lait; en compensation, 15 à 18 litres suffisent pour obtenir 1 kilogr. de beurre.

Cette race occupe les montagnes d'Arrouca, entre le Vouga et le Douro.

5° Race *ribatejana;* taureaux de petite taille, destinés particulièrement aux courses, et, ensuite, employés dans les travaux agricoles. Ces animaux engraissent aisément et fournissent 50 p. 100 de viande nette.

Ils vivent en troupeaux dans les plaines qui bordent le Tage, et dans les landes et bruyères voisines.

6° Race *turina,* dérivée de la race hollandaise.

Elle est essentiellement lactigène; elle produit 2 500 à 3 500 litres de lait. On ne la rencontre qu'aux environs de Lisbonne.

7° Race *alemtejana ;* elle présente deux variétés : la grande et la petite. Elle n'est apte qu'au travail. Les bœufs de la race grande atteignent un poids de 360 à 600 kilogr., et donnent de 51 à 56 p. 100 de viande nette; la race petite n'atteint que 260 à 400 kilogr. et ne donne que 49 à 50 p. 100 de viande nette.

8° Race *algarvia,* doublement apte au travail et à l'engraissement. Elle est de petite taille ; les bœufs, de 250 à 360 kilogr., donnent à l'abattoir de 49 à 53 p. 100 de viande nette.

Le recensement de 1870 présente, quant à l'espèce bovine, les résultats suivants :

	NOMBRE de têtes.	VALEUR.	VALEUR moyenne par tête.
	—	— Francs.	— Francs.
Bœufs	256 031	47 876 231	185
Vaches.	162 538	17 153 183	105
Taureaux.	3 950	594 636	150
Bouvillons.	49 858	4 434 902	93
Génisses	48 097	2 033 668	42
TOTAUX. . . .	520 474	72 092 620	138

Le nombre des bêtes à cornes est à peu près de 10 p. 100 de l'ensemble des animaux recensés, mais il est de 48.6 p. 100 des têtes normales.

Leur valeur représente 54.7 p. 100 de la valeur de l'ensemble. Le nombre des têtes bovines par kilomètre carré est de 5.80 ; et le rapport pour 1 000 habitants est de 136 têtes bovines.

La moyenne des bêtes à cornes par kilomètre carré étant de 5.80, sont au-dessus de la moyenne : les districts de Porto 26.9, Braga 23.52, Vianna 18.85, Aveiro 16.07, Villa-Real 6.23, Coïmbre 6.08, Vizeu 5.85 ; sont au-dessous de la moyenne : les districts de Leira 4.70, Bragança 4.21, Portalegre 4.16, Lisbonne 4.14, Santarem et Evora 3.74, Faro 3.28, Guarda 2.68, Castello-Branco 2.17, Beja 2.13.

D'après leurs fonctions économiques, les bêtes à cornes se groupent dans les catégories ci-dessous :

		NOMBRE de têtes.	VALEUR moyenne.
Bêtes de travail.	Bœufs	249 381	184 fr.
	Bouvillons	49 858	93
Vaches laitières.	Pour le lait	3 937	140
	Pour le lait et le beurre	1 506	97
Vaches d'élevage.	De troupeau	21 282	106
	D'étable	7 888	105
Vaches d'élevage et de travail		106 900	105
Indistinctement		20 033	102
Taureaux	De troupeau	3 055	149
	D'étable	895	157
A engraisser	Bœufs	6 650	307
	Vaches	992	106
Élèves	De troupeau	11 457	46
	D'étable	36 610	41

Par rapport au nombre des habitants, le premier rang appartient au district de Portalegre qui possède 276.39 têtes bovines par 1 000 habitants; après viennent : Evora 266.01, Vianna 207.87, Braga 201.96, Aveiro 187.28, Bragança 174.28, Beja 165.72, Porto 150.43. Les autres districts se trouvent au-dessous de la moyenne générale, celui de Guarda occupant le dernier degré de l'échelle, 69.34.

D'après le recensement de 1870, le nombre des possesseurs de

bêtes à cornes était de 178 542, dont 169 508 possédaient de 1 à 5 têtes ; 6 451 de 6 à 10 ; 1 470 de 11 à 20 ; 716 de 21 à 50 ; 263 de 51 à 100 ; 62 de 101 à 150 ; 55 de 151 à 300 ; 13 de 301 à 500 ; 2 de 501 à 700 ; et 2 de 701 à 1 000.

Les grands troupeaux de ce bétail ne se rencontrent que dans l'Alemtejo et dans les districts de Lisbonne et de Santarem.

Le mouvement du commerce des bêtes à cornes a pris un développement remarquable depuis quelques années, ainsi que le montrent les moyennes annuelles du tableau suivant :

PÉRIODES.	IMPORTATION.			EXPORTATION.		
	NOMBRE de têtes.	VALEUR.	VALEUR moyenne.	NOMBRE de têtes.	VALEUR.	VALEUR moyenne.
		Francs.	Francs.		Francs.	Francs.
1842, 1843, 1848.	3 374	166 023	49	989	14 711	149
1851, 1855, 1856	8 958	894 806	104	3 689	857 176	234
1861 à 1865. . .	36 461	4 862 319	134	9 239	2 538 083	274
1866 à 1870. . .	43 509	3 148 742	94	16 616	5 260 609	317

Le tableau ci-après fait ressortir le nombre de bêtes à cornes existant dans les principaux pays[1] :

États-Unis	26 693 305	Espagne	2 904 598
Russie d'Europe . .	22 816 000	Hollande	1 410 822
France.	11 284 414	Belgique	1 242 445
Grande-Bretagne. .	9 718 505	Danemark.	1 238 898
Prusse.	8 612 150	Suisse.	992 895
Autriche	7 425 212	Norvège	950 000
Italie	3 708 635	Portugal	624 568
Bavière	3 162 387	Grèce	104 905

Espèce ovine.

On rattache les races ovines du Portugal aux trois types européens appelés *bordaleiro, merino* et *estambrino*.

Au type *bordaleiro* appartiennent les moutons connus sous le nom

1. *Statistique de la France,* de M. Block.

de *serranos* ou *gallegos* et *caréos*, et qui prédominent dans les districts de Vianna, Braga, Vizeu, Coïmbre, Leiria, Santarem et Lisbonne. Ces animaux ont, en moyenne, un poids de 18 à 20 kilogr., donnant un poids net en viande de 50 p. 100. La laine produite est d'à peu près 1 kilogr., qui se trouve réduit de moitié par le lavage.

A ce type se rattachent encore les moutons de Miranda, de la chaîne d'Estrella, des landes de l'Alemtejo et des plaines du Mondégo, mais ces animaux sont de plus grande taille et produisent plus de laine, c'est-à-dire de 1kg,5 à 2kg,5, perdant par le lavage de 50 à 60 p. 100 de son poids.

Appartiennent au type *merino :* 1° les bêtes à laine connues sous la dénomination de *des barros,* qui se trouvent entre Campo Maior et Mourao ; leur poids est en moyenne de 30 kilogr., et elles produisent 2 à 5 kilogr. de laine qui perd par le lavage 70 à 75 p. 100 de son poids ; 2° la race *saloia,* des environs de Lisbonne, qui produit 3 à 4 kilogr. de laine; 3° les *badanos* de Moncorvo à Mirandella en Traz-os-Montes, qui donnent 4 à 6 kilogr. de laine.

Dans les districts de Vianna, Castello Branco, Guarda, Vizeu et Bragança, on voit quelques moutons appartenant au type *estambrino.*

Les bêtes à laine noire dépassent un peu, en nombre, celles à laine blanche, dans le rapport de 5 à 7.

Les districts où prédomine la laine noire sont : Beja, Evora, Santarem, Faro, Aveiro, Coïmbre, Vizeu et Leiria ; la laine blanche est, au contraire, plus abondante dans les districts de Portalegre, Porto, Lisbonne, Guarda, Villa Real, Castello Branco.

Dans les districts de Bragança et de Vianna, les deux espèces de laine se trouvent à peu près en quantités égales.

Voici le résultat du recensement de 1870 :

		NOMBRE de têtes.	VALEUR moyenne par tête.
Moutons	Blancs	294 890	4,25
	Noirs	293 193	4,26
Brebis	Blanches	901 398	3,36
	Noires	920 314	3,25
Agneaux	Blancs	136 143	1,80
	Noirs	157 839	1,85

Le tableau ci-dessous fait ressortir la quantité de laine produite et sa valeur :

LAINE.	QUANTITÉ.	VALEUR.	POIDS moyen de la toison.	VALEUR moyenne de la toison.	VALEUR de 1 kilogr. de laine.
—	—	—	—	—	—
	Kilogr.	Francs.	Kilogr.	Francs.	Francs.
Blanche . .	2 805 359	2 806 321	2 344	2,35	1,00
Noire . . .	1 962 951	2 529 356	1 617	2,10	1,30

Le rapport des bêtes à laine recensées pour l'ensemble des animaux domestiques est de 52 p. 100, et 18 p. 100 du nombre des têtes normales.

Il y a, dans le pays entier, 30.2 bêtes à laine par kilomètre carré. Au-dessus de cette moyenne générale se trouvent : les districts de Bragança 67.1, Vizeu 51.3, Coïmbre 46.2, Guarda 45.7, Portalegre 33.0, Evora 31.2. Sont au-dessous de la moyenne : Aveiro 30.1, Villa Real 27.8, Braga 27.4, Leiria 27.6, Castello Branco 26.1, Beja 23.7, Porto 17.9, Santarem 16.0, Vianna 15.2, Lisbonne 12,3, Faro 8.8.

Par rapport au chiffre absolu des bêtes à laine, les districts les plus riches sont : Bragança, Beja, Vizeu, Guarda, Evora, Portalegre, Coïmbre et Castello Branco.

Le bétail qui produit la laine de meilleure qualité est celui de l'Alemtejo et des districts de Bragança, de Lisbonne et de Guarda.

Le nombre des possesseurs de bêtes à laine était, en 1870, de 120 812 ainsi répartis : possesseurs de 1 à 5 bêtes, 47 661 ; de 6 à 10, 78 173 ; de 11 à 20, 23 539 ; de 21 à 50, 12 873 ; de 51 à 100, 4056 ; de 101 à 150, 1 533 ; de 151 à 300, 1 855 ; de 301 à 500, 662 ; de 501 à 700, 232 ; de 701 à 1 000, 126 ; de 1 001 à 2 000, 16.

Le commerce des moutons s'est développé dans une rapide progression, l'exportation l'emportant de beaucoup sur l'importation :

PÉRIODES.	IMPORTATION Nombre de têtes.	IMPORTATION Valeur.	EXPORTATION. Nombre de têtes.	EXPORTATION. Valeur.
—	—	—	—	—
		Francs.		Francs.
1842, 1843, 1848 . . .	114	1 305	11 974	57 327
1851, 1855, 1858 . . .	305	2 767	25 690	160 879
1861 à 1865	400	2 800	49 454	327 838
1866 à 1870	2 391	12 926	64 723	412 000

Le tableau suivant indique le nombre des bêtes à laine dans les principaux pays :

Russie d'Europe. .	39 315 000	Grèce	2 539 538
Autriche-Hongrie. .	36 607 812	Bavière	2 058 688
Grande-Bretagne. .	32 462 642	Danemark	1 875 052
États-Unis	31 679 300	Norvège	1 705 394
France.	24 707 496	Suède	1 622 000
Espagne	22 054 967	Belgique	586 097
Prusse.	19 628 754	Suisse.	415 400
Turquie	3 000 000	Hollande	90 000
Portugal	2 997 454	Italie	40 000

Espèce caprine.

Il y a, en Portugal, deux variétés principales de chèvres, la *serrana* et la *charnequeira :* c'est-à-dire, variété des montagnes, et variété des bruyères. Les bêtes de la première variété ont le poil long et sont plus grandes et plus laitières que celles de la seconde. La variété la plus renommée est celle du Jarmello près de Guarda. Le nombre des chèvres va en diminuant à mesure que la culture fait disparaître les bruyères.

Voici les principaux résultats du recensement de 1870.

	NOMBRE de têtes.	VALEUR.	VALEUR moyenne.
	—	Francs.	Francs.
Boucs	36 935	196 650	5,32
Boucs de boucherie.	64 892	347 385	5,44
Chèvres d'élevage	622 427	3 643 564	4,24
Chèvres laitières.	85 773	488 818	5,70
Chevreaux	126 842	301 134	2,37
Totaux.	936 869	3 977 551	4,24

Les chèvres entrent pour 17.9 p. 100 dans l'ensemble des animaux domestiques, et pour 6 p. 100 des têtes normales. La moyenne par kilomètre carré est de 10.4. Sont au-dessus de cette moyenne : les districts de Castello Branco 18.9, Villa Real 18.9, Coïmbre 13.3, Portalegre 12.4, Bragança 12.2, Vizeu 12.0, Santarem 11.8, Evora 11,1 ; sont au-dessous de la moyenne : Leiria 10.2, Braga 8.1, Faro

6.9, Beja et Lisbonne 6.7, Guarda 6.5, Aveiro 6.3, Vianna 5.3, Porto 4.4.

Le nombre des possesseurs de chèvres est de 50688, parmi lesquels 22698 possèdent de 1 à 5 têtes, 8432 de 6 à 10 têtes, 8195 de 11 à 20 têtes, 7146 de 21 à 50 têtes, 2768 de 51 à 100 têtes, 806 de 101 à 150 têtes, 585 de 151 à 500 têtes; 37 de 501 à 700 têtes, 11 de 701 à 1000 têtes, et 10 qui possèdent plus de 1000 têtes.

L'exportation des chèvres est de beaucoup supérieure à l'importation, et, en outre, ce commerce tend à augmenter, comme l'indique le tableau ci-après :

PÉRIODES.	IMPORTATION MOYENNE.		EXPORTATION MOYENNE.	
	Nombre de têtes.	Valeur.	Nombre de têtes.	Valeur.
—	—	— Francs.	—	— Francs.
1842, 1843, 1848. . . .	30	215	3 831	15 947
1851, 1855, 1856. . . .	78	546	8 999	60 095
1861 à 1865	177	566	16 421	114 627
1866 à 1870	191	3 393	21 041	134 879

Voici le nombre de chèvres dans les principaux pays étrangers[1] :

Espagne.	4 429 576	Portugal	986 869
Grèce.	2 415 143	Suisse	375 482
Autriche	2 275 900	Suède et Norvège. . . .	360 000
France	1 791 725	Grande-Bretagne	210 000
Italie.	1 750 000	Belgique	197 138
Turquie d'Europe. . .	1 500 000	Bavière.	150 855
Prusse	1 477 335	Pays-Bas	70 000
Russie	1 364 962		

Espèce porcine.

L'espèce porcine présente en Portugal deux races différentes, savoir : *alemtefana* et *beirôa,* se rattachant, la première, au type

1. *Statistique de la France,* par M. Block.

bisaro, et la seconde, au type *romanico*. Pour mettre à profit la rare précocité de ces deux races et leur aptitude à l'engraissement, on a essayé d'en faire le croisement avec les porcs anglais du Berckshire.

En ce qui concerne l'espèce porcine, le recensement de 1870 nous fournit les relevés ci-après :

	NOMBRE de têtes.	VALEUR.	VALEUR moyenne.
	—	— Francs.	— Francs.
Cochons	221 179	12 501 208	52
Truies	94 564	4 633 636	49
Verrats	8 379	175 959	21
Truies d'élevage	56 806	1 704 180	30
Cochons de lait	395 940	4 751 280	12

Les porcs entrent pour 14.9 p. 100 dans l'ensemble des animaux domestiques, et pour 10.1 p. 100 des têtes normales.

La moyenne spécifique de ce bétail est de 8.66 par kilomètre carré. Au-dessus de cette moyenne se trouvent les districts de Porto 26.89, Braga 21.09, Aveiro 14.13, Villa Real 13.53, Vizeu 12.32, Leiria 12.22, Coïmbre 11.58, Evora 10.18, Portalegre 8.67 ; et au-dessous de la moyenne, Bragança 7.60, Vianna 7.22, Beja 7.18, Santarem 5.25, Guarda 4.97, Castello Branco 4.79, Lisbonne 2.96, et Faro 2.79.

En ce qui concerne le nombre absolu des porcs, les districts qui en possèdent le plus sont, en ordre décroissant : Beja, Evora, Porto, Vizeu, Villa Real, Braga, Portalegre et Bragança. Au sud du pays, c'est dans les districts d'Evora et de Portalegre que les porcs sont de meilleure qualité ; au nord, c'est dans ceux de Villa Real, Vizeu et Vianna.

Le nombre des possesseurs de porcs, toujours d'après le même recensement, est de 298672, savoir : possesseurs de 1 à 5 têtes, 286235 ; de 6 à 10, 8017 ; de 11 à 20, 2107 ; de 21 à 50, 1086 ; de 51 à 100, 604 ; de 101 à 150, 273 ; de 151 à 300, 245 ; de 301 à 700, 96 ; de 701 à 1 000, 9.

Le mouvement du commerce des porcs a été le suivant :

PÉRIODES.	IMPORTATION MOYENNE.		EXPORTATION MOYENNE.	
	Nombre de têtes.	Valeur.	Nombre de têtes.	Valeur.
—	—	— Francs.	—	— Francs.
1842, 1843, 1848	1 136	11 049	786	20 458
1851, 1855, 1856	6 052	154 459	1 813	53 905
1861 à 1865.	20 956	553 521	2 463	167 776
1866 à 1870.	17 099	518 168	13 433	884 430

Le nombre d'animaux de l'espèce porcine dans les divers pays est indiqué par le tableau suivant :

États-Unis	32 000 000	Portugal	971 085
Russie d'Europe . . .	9 785 412	Bavière.	926 522
Autriche-Hongrie. . .	7 914 855	Grèce	500 000
France.	5 377 231	Belgique	496 564
Prusse.	4 278 531	Danemark.	381 512
Espagne	4 264 817	Suède	370 000
Italie	3 386 731	Suisse	304 428
Grande-Bretagne. . .	3 189 167	Pays-Bas	302 514
Turquie d'Europe . .	1 000 000	Norvège	96 000

Abeilles.

La production du miel et de la cire est assez considérable. On élève les abeilles, encore aujourd'hui, par les méthodes primitives, n'exigeant que peu de dépenses et de soins.

La statistique officielle évalue la production du miel, en 1872, à 620 000 kilogr., et celle de la cire à 253 000 kilogr.; mais si l'on compare ces chiffres à ceux de l'exportation et de l'importation de ces produits, on reconnaît aisément que la statistique officielle ne mérite, sous ce rapport, aucun crédit.

Voici les chiffres du mouvement du commerce de ces produits :

ANNÉES.	IMPORTATION.				EXPORTATION.			
	MIEL.	VALEUR.	CIRE.	VALEUR.	MIEL.	VALEUR.	CIRE.	VALEUR.
	Kilogr.	Francs.	Kilogr.	Francs.	Kilogr.	Francs.	Kilogr.	Francs.
1872.	446	431	140 228	461 423	492 390	297 259	1 217 423	4 578 582
1873.	623	370	135 155	373 066	151 817	85 764	1 020 878	3 414 308
1874.	207	100	255 333	834 994	174 305	91 347	1 087 887	3 845 398
MOYENNES . .	425	300	176 905	556 474	272 837	158 123	1 108 729	3 879 396

Les différences entre les moyennes de l'exportation et de l'importation représentent des quantités de cire et de miel apparemment produites dans le pays, soit 272 412 kilogr. de miel et 931 824 kilogrammes de cire. Si la quantité de miel exporté est inférieure au chiffre officiel de la production, il n'en est plus de même pour la cire ; et de plus, si l'on ajoute au chiffre de la cire exportée celui qui représente la consommation, soit 100 000 kilogr., on obtient un chiffre de production réelle quatre fois plus élevé que le chiffre officiel. La production effective de la cire semble donc être de 1 032 824 kilogrammes.

La production effective du miel peut être évaluée à 4 millions de kilogrammes, partant de ce fait bien connu que la production de la cire est, en moyenne, le quart de celle du miel.

Quant au nombre des ruches il nous est impossible de rien préciser à leur égard.

Telles sont les grandes lignes de la statistique agricole du Portugal ; malgré la date déjà ancienne du seul document un peu étendu que renfermait l'Exposition de 1889 sur les productions de ce pays, il nous a paru intéressant de faire connaître l'œuvre du colonel Péry, dont nous regrettons de ne pouvoir reproduire les nombreuses cartes agronomiques et agricoles qui donnaient un intérêt tout particulier à la classe 73 *bis* dans le pavillon si élégant du quai d'Orsay. Nous n'avons pas voulu modifier les chiffres statistiques des pays autres que le Portugal cités par le colonel Péry, parce qu'ils permettent la comparaison de l'agriculture du Portugal vers 1870-1875 avec celles des autres régions de l'Europe.

ROUMANIE

La Roumanie agricole. — Le sol, constitution de la propriété. — Production. Le bétail. — La viticulture et la sériciculture.

L'étude des produits agricoles et forestiers réunis dans la section roumaine, si intéressante à tous les points de vue, m'offrait un attrait particulier qu'il me faut tout de suite expliquer. Pays essentiellement agricole, la Roumanie, dont le sol, comme celui de la Serbie, est extrêmement fertile, en général, n'a pas encore atteint les rendements auxquels l'importation des bonnes méthodes culturales et la diffusion des connaissances agricoles lui permettent d'espérer atteindre. Or, c'est à la France que, depuis un certain nombre d'années déjà, elle confie le soin d'instruire les jeunes gens appelés à prendre la direction des opérations culturales et forestières qui devront amener un progrès considérable dans l'économie rurale de cette région du Danube. Tous les ans, l'École nationale forestière de Nancy reçoit six ou huit élèves roumains envoyés par leur gouvernement. Le directeur de l'École d'agriculture de Ferestreu (Bucarest) et de la Station agronomique qui y a été récemment annexée, M. Carnu, a fait, en France, toutes ses études agricoles et forestières ; nos écoles d'agriculture, l'institut agronomique, certains de nos laboratoires agricoles comptent chaque année des élèves roumains qui, rentrés dans leur patrie, y apportent, avec des connaissances solides, une affection véritable pour le pays où ils ont été accueillis avec sympathie. Voilà comment, ayant moi-même l'honneur de compter, parmi mes meilleurs élèves, quelques-uns de ces jeunes professeurs, je m'intéressais si vivement à l'étude de la Roumanie agricole.

L'étendue du territoire agricole de la Roumanie s'élève à environ 12 millions d'hectares : le tiers est cultivé en céréales : 2 millions et demi d'hectares sont en prairies ou pâturages ; 2 millions sont couverts de forêts. Il y a un peu plus de 160 000 hectares de vignes et

300 000 hectares environ de cultures maraîchères et industrielles (tabac, plantes textiles, etc.); 3 800 000 hectares sont incultes, soit près du tiers du territoire.

Voici les principaux éléments de la production agricole de ce pays :

Agriculture.

	ENSEMENCEMENTS. — Hectares.	RÉCOLTES. — Hectol.
Blé	1 315 261	20 471 601
Sarrasin	3 195	40 927
Seigle	301 850	5 170 991
Maïs	1 763 555	22 523 401
Avoine	212 845	3 787 390
Orge	516 324	8 180 804
Millet	97 604	1 037 177
Colza	46 980	566 739
Chanvre	11 504	113 111
Lin	36 683	319 001
Pommes de terre	394	3 075
	4 306 195	62 214 220

Viticulture.

Vignes : 161 398 hectares.

		HECTOLITRES.
Vin rouge		4 004 604
Vin blanc		4 712 000
		8 716 604
Spiritueux.	Eau-de-vie de prunes	1 098 824
	Eau-de-vie de vin	19 102
	Tescovine	203 386
	Esprit de vin	160 307

Apiculture.

	KILOGRAMMES.
Ruches	233 468
Miel	412 255
Cire	119 265

M. Aurélian, ancien élève de l'institut agronomique de Versailles et ancien directeur de l'agriculture de Roumanie, évalue

à 2 milliards 260 millions la valeur foncière du territoire agricole.

Le sol roumain peut être classé en trois régions : la première est celle des montagnes qui, se développant à partir des bords du Danube, vis-à-vis de la Serbie, forment un arc au nord de la Valachie, parallèlement au Danube, puis, remontent vers le Nord, à l'ouest de la Moldavie, jusqu'aux frontières de la Galicie. Cette région est presque exclusivement occupée par les forêts et les pâturages. La seconde région est celle des coteaux qui s'étendent au pied des montagnes, en suivant leur prolongement. Elle est caractérisée surtout par la culture des vignobles et des arbres fruitiers de grande culture.

La troisième région est celle des plaines qui se développent sur une vaste étendue, entre les coteaux et le Danube. La culture des céréales et les pâturages secs caractérisent cette partie du pays. Près des deux tiers de la population, dont le chiffre s'élève à 5 370 000 âmes, sont adonnés à l'agriculture. Les villages roumains sont exclusivement habités par des cultivateurs fabriquant eux-mêmes leurs instruments et construisant leurs habitations ; les femmes filent, tissent et confectionnent les étoffes et vêtements nécessaires à la famille. Par intérêt et par penchant, les paysans roumains tiennent à ce que leurs enfants deviennent, comme eux, laboureurs ; un père de famille ne consent que difficilement à ce que ses fils quittent les champs pour se mettre en apprentissage dans les villes. Quant aux grands propriétaires, sauf ceux de la Moldavie, la plupart d'entre eux ne font pas valoir par eux-mêmes leurs terres ; ils les afferment.

La grande, la moyenne et la petite propriété existent en Roumanie, mais c'est à la première surtout qu'on doit l'introduction dans le pays des instruments perfectionnés, l'amélioration des races de bétail et le progrès dans les méthodes culturales.

Il y a des terres de 10 000 hectares de superficie ; la moyenne, pour la grande propriété, peut être évaluée de 1 500 à 2 000 hectares, et la moyenne propriété varie de 100 à 250 hectares. La propriété est très répandue, grâce à la loi rurale de 1864, qui a concédé définitivement à chaque paysan un lot de terrain, moyennant

une indemnité fixe. Plus de 600 000 familles agricoles sont devenues propriétaires en vertu de cette loi. La surface attribuée à chaque famille, par la loi de 1864, varie entre 3 et 6 hectares. Cette surface n'étant pas assez grande pour la plupart des paysans cultivateurs, ils prennent en métayage des terres appartenant aux grands propriétaires. Il y a des communes dont les habitants s'associent et prennent à ferme toute une grande propriété ; chacun paie le fermage en proportion de l'étendue qu'il cultive et du nombre d'animaux qu'il fait pâturer. Cette tendance a une portée économique considérable et mérite d'être tout particulièrement signalée. On peut dire, d'ailleurs, qu'il y a bien peu de pays en Europe où le principe d'association soit aussi bien compris et appliqué qu'en Roumanie. La prédisposition pour l'association existe dans toutes les classes de la société. Les paysans s'associent pour louer la terre et acheter en commun des machines à battre et d'autres outils chers. Les grands propriétaires de troupeaux ont, eux-mêmes, leurs propres bergers pour associés. Pour diminuer leurs frais, presque toujours plusieurs propriétaires de troupeaux s'associent : chacun supporte une part des dépenses et participe aux revenus, proportionnellement au nombre des animaux qu'il possède.

L'hectare de bonne terre arable est encore aujourd'hui d'un prix peu élevé, variant de 150 à 450 fr. Il y a des terres médiocres qui valent de 90 à 120 fr. l'hectare. Lors de la vente des biens de l'État, en 1869, le prix maximum atteint a été, par hectare, de 500 fr.

La valeur locative est en moyenne de 12 fr. par hectare, il y a des terres médiocres qui ne se louent que 6 fr., d'autres qui atteignent jusqu'à 40 fr. L'impôt foncier payé par tout propriétaire est de 6 p. 100 sur le revenu. On paie, en outre, un impôt des ponts et chaussées, une contribution personnelle et un impôt des patentes.

L'assolement pratiqué presque partout est l'assolement triennal, maïs, blé, jachère, ou jachère, blé et maïs. Dans les régions où la terre est très pauvre, on la laisse en jachère pendant trois ans et on y fait pâturer les animaux. D'autre part, il y a beaucoup de sols tellement riches qu'on les cultive sans interruption, à l'aide d'une suc-

cession de diverses céréales telles que blé, avoine, orge, maïs et millet.

Le système de culture, à raison des conditions économiques du pays, présente surtout le caractère extensif: en effet, avec un territoire très étendu, une population peu nombreuse, des capitaux insuffisants, des relations commerciales encore restreintes, le système intensif, qui demande des conditions tout opposées, ne saurait exister. Aussi voit-on prédominer encore la culture pastorale pure et la culture pastorale mixte.

L'outillage agricole laisse lui-même à désirer; mais des progrès très sensibles ont été faits depuis une dizaine d'années. Ainsi, pour ne parler que de la charrue, demeurée longtemps un outil des plus primitifs, plus d'un demi-million de charrues perfectionnées ont été introduites en Roumanie, alors qu'en 1874 il existait seulement 200 000 charrues du pays et moins de 40 000 charrues perfectionnées.

Le maïs et le froment tiennent la tête parmi les récoltes dont le tableau suivant donne, en centièmes, la proportion pour les 3 300 000 hectares cultivés :

	TAUX P. 100.		TAUX P. 100.
Froment	30.03	Légumes secs	3.03
Seigle	3.14	Pomme de terre	0.02
Orge	10.72	Légumes frais	5.52
Avoine	3.01	Colza	2.67
Maïs	38.60	Chènevis	0.16
Sarrasin	0.14	Lin	0.08
Millet	2.74	Tabac	0.06

Il y a environ 1 300 000 hectares consacrés à la culture du blé et 1 800 000 hectares en maïs. On estime que les frais de culture s'élèvent, à l'hectare, entre 72 et 80 fr. pour le blé et à quelques francs de plus pour le maïs, en raison des binages et buttages spéciaux à cette culture. Malgré la richesse naturelle du sol, par suite de l'absence de fumures convenables et vu le peu d'avancement des connaissances générales des cultivateurs, les rendements ne sont pas élevés. Ils ne dépassent guère 12 hectolitres pour le blé, s'élevant à 22 hectolitres pour les sols riches et bien cultivés, 20 pour le seigle

et l'orge, 30 pour l'avoine. Ils atteignent quelquefois 30 pour le maïs et 200 pour la pomme de terre. La production en céréales cultivées en 1886, sur 4 255 000 hectares, a été en tout de 54 millions d'hectolitres, dont 20 819 000 hectolitres de blé, un peu plus de 17 millions d'hectolitres de maïs, 6 millions d'hectolitres en avoine, autant d'orge et le reste en seigle, millet, etc. Le service de la statistique agricole est encore très imparfaitement organisé, de sorte qu'il est assez difficile d'apprécier exactement la part et le coût des différentes cultures.

La Roumanie produit des blés durs et des blés tendres, mais le climat est plus favorable aux blés durs. Leur qualité est excellente, les blés roumains peuvent aller de pair avec les froments les plus estimés par le commerce. La meunerie a pris, en Roumanie, une extension qui ira certainement en augmentant avec les progrès de l'agriculture et de l'industrie que révélaient l'exposition du Champ de Mars et du quai d'Orsay. — La Roumanie est exportatrice de blé ; sa récolte en maïs entre pour une très large part dans l'alimentation de sa population, d'ailleurs extrêmement sobre. La viticulture, depuis 1867, année où elle a été pour la première fois représentée dans les expositions étrangères, a pris un grand élan. La surface des vignes s'élève aujourd'hui, en nombre rond, à 163 700 hectares, soit 1/82 de la surface totale du royaume ; elle s'est accrue de 42 p. 100, soit de 76 000 hectares depuis 1867. La production annuelle du vin s'est élevée, en 1887, à 8 700 000 hectolitres, représentant une valeur de 261 millions de francs. L'art de faire le vin n'est pas à la hauteur de la production, il laisse beaucoup encore à désirer, mais, là aussi, l'influence de l'instruction agricole commence à se manifester.

Comme le fait pressentir l'importance de la surface territoriale occupée par les prairies et les pâturages (plus de 2 millions d'hectares), le bétail occupe une place importante dans l'économie rurale de la Roumanie, bien que l'élevage et l'alimentation des animaux de la ferme appellent encore beaucoup de progrès.

Voici quelques chiffres qui indiquent, d'une manière générale, la composition et la valeur de 8 800 000 têtes de bétail existantes :

Animaux domestiques et bestiaux en 1888.

Bœufs et vaches		1 931 360
Taureaux		32 413
Veaux		320 648
Buffles		51 065
Chevaux et juments		486 568
		2 822 054
Étalons	16 344	
Ânes et mulets	6 044	
Moutons et brebis	4 567 150	5 957 780
Boucs	406 130	
Chèvres	165 205	
Porcs	796 907	
TOTAL		8 779 834

Le mouvement d'exportation du bétail se chiffre par 8 millions de francs environ.

Le cheval roumain, de race orientale, est de petite taille, vif, très résistant à la fatigue, mais sa force de traction est très faible; les ânes et les mulets sont très peu employés. C'est au bœuf et à la vache que la presque totalité des travaux des champs est réservée. La vache est l'animal le plus précieux pour le paysan roumain : elle lui fournit le lait, qui forme en grande partie sa nourriture. Le buffle a plus de force que le bœuf; la femelle produit du lait excellent, en quantité double et plus gras que le lait de vache. On l'emploie à fabriquer du beurre qui se consomme dans les villes. Le mouton est un animal de bon rapport, très facile à entretenir ; les paysans en élèvent beaucoup. La chèvre se trouve dans presque tous les districts des montagnes, et il n'y a pas de paysan qui ne possède quelques porcs.

La sériciculture mérite une mention spéciale. L'éducation des vers à soie en Roumanie est très ancienne ; c'était une nécessité locale, car le costume des paysannes se compose, pour les jours de fête, de chemises (*iès* et *camessi*) et de voiles (*maromès*) tissés et brodés par elles-mêmes avec la soie qu'elles préparent, et qui porte le nom de *borandjik*. Les femmes seules s'en occupaient et ne produisaient que la quantité qui leur était personnellement nécessaire. En 1859, l'éducation des vers à soie devint générale; la maladie des

vers à soie ralentit la production, qui, aujourd'hui, tend à prendre une importance assez grande.

Tels sont les grands traits de l'agriculture roumaine. Les produits des forêts, ceux des industries minières, notamment les salines, ont à juste titre attiré l'attention des nombreux visiteurs de la section roumaine, disposée avec tant de goût par les soins du comité national ; d'autres rapports les signaleront.

Je ne serai que juste en rappelant, en terminant, ce que savent d'ailleurs ceux qui ont pris part à l'organisation de la merveilleuse Exposition de 1889, de combien la France est redevable à l'initiative infatigable de l'organisateur de la section roumaine, le prince Georges Bibesco. Au milieu des difficultés de toute nature, avec une ardeur que rien n'a lassée, le président du comité national a réuni les fonds nécessaires à l'entreprise. Grâce à ses efforts, une collecte privée, une loterie et le vote d'une subvention gouvernementale ont rendu possible, presque en dernière heure, l'envoi et la réunion au Champ de Mars des produits agricoles, de l'industrie, des arts et des mines, dont l'ensemble a permis au prince Bibesco de donner à son pays d'adoption une représentation des plus intéressantes de l'activité industrielle et commerciale de la Roumanie. Le prince Georges Bibesco s'est acquis, par là, un nouveau titre à la reconnaissance de la France.

DANEMARK

Dans le royaume de Danemark, colonies non comprises, la population était, le 1er février 1880, de 1 969 039 habitants, répartis comme suit : dans les villes, 563 930 individus, soit 28.6 p. 100 de la population totale, et dans les campagnes, 930 612 individus, ou 46.49 p. 100, s'occupant directement d'agriculture. Le royaume embrasse une aire de 695.5 lieues carrées, ou 38 295 kilomètres

carrés. Il y avait donc, au 1er février 1880, en moyenne, 2 832 habitants par lieue carrée, ou 51 par kilomètre carré.

De l'aire du royaume, les pâturages, les prairies occupent 40.6 p. 100; les céréales, les racines et les plantes industrielles, 33.7 p. 100; les produits de jardinage, 0.66 p. 100; les landes, 12.5 p. 100; les forêts, 5.5 p. 100; les marais, 3.1 p. 100; tandis que les 4.36 p. 100 qui restent représentent les sables mouvants, les terres pierreuses inexploitables, les bâtiments, les voies publiques, etc.

Température moyenne du Danemark. — Caractère géologique du sol.

	DEGRÉS.	EAU TOMBÉE.
		Centim.
Hiver	+ 1/2 à + 1 1/2	8 à 16
Printemps	+ 1/2 à + 6 1/2	8 à 12
Été	+ 14 à + 16 1/2	14 à 20
Automne	+ 7 à + 9 1/2	14 à 36
MOYENNE de l'année	+ 6 1/2 à + 8 1/2	45 à 75

Les couches géologiques inférieures (excepté celles de l'île de Bornholm) appartiennent aux périodes tertiaire et crétacée; elles ne contiennent pas de minerais, mais des calcaires et de l'argile en grande quantité. Ces formations n'affleurent que par-ci et par-là; elles sont habituellement recouvertes par des couches quaternaires (période glaciaire).

Ces couches se composent principalement de :

1° L'argile pierreuse (argile à cailloux roulés), qui forme la plus grande partie des terres labourables des îles et du Jutland et qui embrasse les terres les plus productives du royaume;

2° Le sable quaternaire (sable à cailloux roulés), formé en général par une précipitation de l'argile pierreuse et, par conséquent, déposé en couches. Le sable à cailloux roulés est, en ce qui concerne la fertilité, beaucoup inférieur à l'argile à cailloux roulés. Du reste, la fertilité varie beaucoup d'un point à l'autre, dans les mêmes formations.

Il faut encore noter les formations secondaires glaciaires :

1° L'argile déposée en couches sans cailloux;

2° Le sable siliceux sans cailloux.

L'écoulement de l'eau s'effectuait autrefois presque exclusivement par des fossés à ciel ouvert; mais, en 1848, les canaux commencèrent à remplacer ceux-là. Un tiers des 4 millions et demi de tonneaux de terre labourable (2 470 000 hectares; un tonneau de terre $=0^{hect},55$) n'a pas besoin de drainage. En l'année 1881, une aire de 921 600 tonneaux de terre (506 000 hectares) était munie de canaux souterrains.

L'emploi de la marne se répandit dans les grandes propriétés, pendant les années 1830 à 1840. Sur les îles, on rencontre la marne presque partout, tandis qu'en Jutland elle se trouve à une profondeur qui en rend l'extraction difficile. La Société de la culture des landes a facilité beaucoup la fourniture de la marne, par la construction de chemins de fer spéciaux.

Les impôts sont perçus sur les propriétés selon la qualité des terres. L'unité imposée est un tonneau de *hartkorn* (quantité de blé à imposer). En 1885, il y avait dans tout le royaume 382 333 tonneaux de hartkorn. Pour tout le royaume, la moyenne est de 17 1/2 tonneaux de terre, soit 9 hect. 6 ares 25 cent. (1 tonneau $=0^{hect},55$) par tonneau de hartkorn; en Jutland, 26 1/2 tonneaux; sur les îles, 10 tonneaux. Selon la dernière taxation, qui a eu lieu en 1843, les terres sont taxées depuis 1 jusqu'à 24 : 1 tonne de terre de la taxe 24, ou 2 de la taxe 12, ou 3 de la taxe 8, ou de pareils multiples donnant le chiffre de 24 sont appelés *une tonne de terre bonne, et 5 tonnes 1/2 de terre bonne font une tonne de hartkorn.*

La dimension des propriétés de Danemark est la suivante :

	NOMBRE.	TONNES de hartkorn.
Au-dessus de 30 tonnes de hartkorn (de 9 hect. 6 ares 25 c.)	531	30 543
Entre 20 et 30	350	8 626
Entre 12 et 20	1 073	16 016
Entre 8 et 12	3 718	34 871
Entre 4 et 8	24 200	137 411
Entre 2 et 4	23 131	67 095
Entre 1 et 2	20 609	29 590
Entre 1/4 et 1	67 773	34 507
Au-dessous de 1/4	82 487	6 226

On appelle les propriétés entre 1 et 12 tonnes de hartkorn des

propriétés de paysans ; au-dessous de 1 tonne de kartkorn, des *maisons.* Il y a 35329 maisons sans terre.

De la terre labourable, qui comprenait, en 1881, 4428628 tonnes de terre (2434749 hectares), les 10.6 centièmes étaient en jachère entière ou en demi-jachère ; 13.2 p. 100 en graines d'hiver, 32.1 p. 100 en orge et en avoine ou en un mélange de ces deux céréales, 6 p. 100 en plantes fourragères et industrielles, et 37.7 p. 100 en trèfle et en prairies.

Il y a donc, en moyenne, un assolement de 8 soles, savoir : 1 sole de graines d'hiver, 3 soles de graines de printemps (y compris 1/2 sole de plantes fourragères), 3 soles de trèfle et d'herbe, et 4/5 de sole en jachère nue ou en demi-jachère.

La culture des plantes fourragères, surtout celle des racines, augmente beaucoup, en partie aux dépens de la jachère.

Le relevé suivant, fait par le Bureau statistique, montre le mouvement des prix des propriétés dans les îles :

Prix d'une tonne de hartkorn.

	COURONNES[1].
1830	1 000
1845	2 343
1860	4 934
1865	5 202
1867	6 576
1874-1875	8 000
1880	8 500

Le prix des terres en Jutland est en moyenne inférieur, mais l'augmentation y a été encore plus grande que dans les îles. A partir de l'année 1880, les mauvaises conditions météorologiques ont causé un abaissement des prix, qui sont donc moins élevés dans les contrées meilleures du royaume qu'il y a dix ans.

Le fermage, depuis un certain nombre d'années, est très commun sur les grandes propriétés, tandis qu'il est très rare sur les propriétés de paysan.

La journée des ouvriers de campagne était, en 1872, par homme,

1. 1 couronne = 1 fr. 39 c.

en moyenne 1 couronne 42 (2 fr.) pendant l'été, 1 couronne 05 (1 fr. 45 c.) pendant l'hiver. Cela fait, pour 320 à 330 jours de travail, 400 couronnes (555 fr.) par an, tandis que la femme adulte peut gagner par son travail, pendant la récolte, dans les champs de betteraves et de pommes de terre, 89 couronnes (110 fr.). A partir de 1872, la journée s'est augmentée de 25 p. 100. Une grande partie des ouvriers de campagne ont leur propre maison, souvent aussi un peu de terre. Quand ils ont du travail sur des grandes propriétés, ils ont habituellement une maison avec de la terre dont ils payent un petit fermage, ou ils reçoivent la demeure gratuite, des combustibles, du lait et du blé à bon marché.

L'organisation de l'agriculture s'est constituée en Danemark sans coopération de la part de l'État.

La société la plus importante est la Société royale d'économie rurale, fondée le 29 janvier 1769. Cette Société est, depuis 1872, en communication directe avec les sociétés d'agriculture. La moitié des 36 membres de la direction est élue par les sociétés d'agriculture, un membre par *amt* (arrondissement), tandis que l'autre moitié et les trois présidents sont élus par les membres de la Société royale.

La Société royale contribue différemment au progrès de l'agriculture; par exemple, par des consultations, par la publication d'un journal, par des essais et des expériences, par l'instruction des élèves, des bourses de voyage, des expositions, etc.

Il y a 90 sociétés d'agriculture qui manifestent leur activité par des expositions de bestiaux, des conférences, des récompenses et des primes, la publication d'un journal, etc.

Il y a outre cela beaucoup de sociétés, comme par exemple celles pour l'*élevage des bestiaux, des taureaux, des étalons,* etc.

L'établissement central pour l'enseignement est l'École royale d'agriculture et de vétérinaires de Copenhague, fondée en 1858 et complétée en 1883 par un laboratoire pour les essais agronomiques.

A cette école appartient une aire de 37 tonnes de terre (20 hectares).

L'école d'agriculture de Clarren, à Norgaerd, possède une aire de 400 tonnes. Cette école donne un enseignement pratique et théo-

rique de deux ans aux jeunes paysans. En outre, il y a un grand nombre d'écoles particulières partout dans le royaume.

Le *hartkorn* total de Danemark était en 1885 de 382 333 tonnes, dont 205 435 dans les îles, 170 850 en Jutland, et 6 048 dans l'île de Bornholm.

Voici la distribution entre les trois classes de propriétés (en centièmes).

Les trois classes sont : 1° les grandes propriétés au-dessus de 12 tonnes de hartkorn ; 2° les propriétés de paysans entre 1 et 12 tonnes ; 3° les maisons au-dessous d'une tonne.

DÉSIGNATION.	1835.	1850.	1860.	1873.	1883.
Grandes propriétés	»	13.8	13.6	14.2	15.0
Propriétés de paysans	83.4	77.4	75.6	74.1	72.8
Maisons	5.6	7.6	9.4	10.5	11

Le nombre de ces propriétés a varié de la manière suivante :

DÉSIGNATION.	1835.	1850.	1860.	1873.	1883.
Grandes propriétés	»	1 715	1 734	1 856	1 954
Propriétés de paysans	96 490	66 844	69 094	70 959	71 678
Maisons	87 867	136 925	162 415	»	185 589

La valeur de l'exportation de blé, des bestiaux et des produits animaux, exprimée en couronnes valant 1 fr. 39 c., était la suivante en millions de couronnes :

DÉSIGNATION.	1866-1870.	1871-1875.	1876-1880.	1881-1883.
Blé	38 1/2	38	28	3
Bestiaux et produits animaux	27	60	65 1/2	80 1/2
Blé non moulu	33	28 1/2	11 1/2	8
Blé moulu	5 1/2	9 1/2	16 1/2	11
Chevaux	4 1/2	3 1/2	7 1/2	7
Bestiaux	8 1/2	25 1/2	18	20
Moutons	1/20	1	2	2 1/2
Cochons et lard	5 1/2	16 1/2	19	27 1/2
Beurre	8	21	20 1/2	22 1/2

Ces produits sont exportés dans les pays suivants : en millions de couronnes :

DÉSIGNATION.	ANGLETERRE.	ALLEMAGNE.	SUÈDE.	NORVÈGE.	AUTRES pays.
Blé	9 1/2	2 1/2	8 3/4	6	2 1/2
Beurre	25 3/4	2	1/3	1	1/4
Lard.	5 1/4	1 1/4	1 3/4	1/2	1/10
Cochons et cochons de lait.	1/4	21	»	1/8	1/14
Bestiaux	17 1/2	4 1/2	»	1/8	1/14
Moutons	2 3/4	1/7	»	»	1/200
Chevaux	»	8 1/2	1/4	»	1/14
Œufs.	2 1/4	1/5	»	1/8	1/6
Totaux.	63 1/4	40	11	8	3

Le froment, le seigle, l'orge et l'avoine sont les céréales les plus importantes de Danemark. Ils occupaient, en 1881, 43 p. 100 de la terre labourée.

Voici la distribution de ces céréales :

DÉSIGNATION.	FROMENT.	SEIGLE.	ORGE.	AVOINE.
	Hectares.	Hectares.	Hectares.	Hectares.
Sur les îles. . .	47 960	97 625	182 600	129 350
En Jutland . . .	8 525	169 400	133 650	271 700
Totaux . . .	56 485	267 025	316 250	401 050

On cultive presque exclusivement le froment d'hiver. Sa place dans l'assolement est presque toujours après *la jachère fumée*. Les espèces les plus communes appartiennent au groupe *Triticum vulgare*. La plus importante est le froment de Squarehead, importé en 1874 de l'Écosse. A cause de son grand rendement et de sa paille rigide, il s'est vite propagé, principalement sur les terres argileuses des îles.

Le froment est habituellement semé au milieu de septembre. *La semaille en lignes* est très employée, surtout dans les grandes propriétés. Le froment de Squarehead exige une semaille plus épaisse; on emploie habituellement 200 à 260 kilogr. par hectare.

Le rendement moyen du froment est environ 24 à 28 tonnes (33 à 40 hectolitres) par hectare, mais, sur de bonnes terres, souvent plus.

Le seigle est la plus importante céréale pour la fabrication du pain. Il est cultivé où la qualité de la terre ne satisfait pas les exigences du froment, et où la plus grande valeur de la paille, qui est beaucoup employée comme fourrage pour les chevaux et comme couverture pour les maisons, rend la culture plus avantageuse.

Sur les terres les plus maigres du royaume il occupe la surface la plus importante dans la sole des céréales. Il est semé habituellement dans la jachère ou dans la demi-jachère fumée.

On sème le seigle pendant la première moitié de septembre : 200 kilogr. par hectare. Le seigle est la céréale qui se récolte la première, habituellement entre le 24 et le 31 juillet.

Le rendement moyen est de 9 à 10 tonnes (de 100 kilogr.) par tonne de terre (16 à 18 quintaux à l'hectare). Beaucoup de seigle est importé des provinces de la mer Baltique. L'importation de seigle était de 310 000 hectolitres par an pendant les années 1878-1887. L'exportation de farine de seigle était en même temps de 930 000 tonnes (à 100 kilogr.) par an.

L'orge est cultivée partout dans le pays comme céréale de printemps. Sa place dans l'assolement est habituellement après des betteraves ou du grain d'hiver. On cultive l'orge à deux et à six rangs. La dernière seulement dans quelques endroits, par exemple dans les environs de la capitale.

La culture de l'orge Chevalier gagne du terrain, parce qu'il est établi par les essais du laboratoire de la Société royale de l'économie rurale que cette variété donne un rendement plus grand et un produit de meilleure qualité que l'orge plus commune du pays. Les expositions d'orge, de brasserie et les essais et expériences, ont fait beaucoup pour favoriser la culture de l'orge de malterie.

Les semailles ont lieu habituellement au commencement du mois d'avril.

Quelquefois on sème l'orge en lignes, surtout sur les grandes propriétés.

En ce cas, la semence employée est de 150 kilogr. par hectare ; à la volée, 15 p. 100 de plus. Le rendement est en moyenne de 10 tonnes par tonne de terre.

Les brasseries danoises, qui se sont développées beaucoup pendant les dernières années, sont les acheteurs les plus importants des producteurs d'orge. Pendant les années 1878 à 1887 l'exportation a été de 1 million d'hectolitres par an, principalement pour l'Angleterre et la Norvège.

L'avoine est cultivée exclusivement comme céréale de printemps.

L'avoine vulgaire (*Avena sativa*) est la variété la plus cultivée; moins cultivée est « l'avoine de Glaive » (*Avena orientalis*). L'avoine est habituellement la dernière céréale dans l'assolement. Les semailles, qui ont lieu en même temps ou immédiatement après « l'orge Chevalier », exigent 200 kilogr. par hectare. Le rendement moyen est de 11 à 12 tonnes par tonne de terre. L'exportation était de 33 000 hectolitres par an pendant les années 1878 à 1887.

Le *blé noir* ou *sarrasin* était cultivé en 1881 sur 18 000 hectares, dont les 95 p. 100 en Jutland.

Les *légumineuses* étaient cultivées en 1881 sur 28 000 hectares, dont 24 000 en pois, 3 300 en vesces et 700 en féveroles.

La production de légumes suffit à peu près pour la consommation du pays. Les pois et les haricots sont cultivés principalement dans les îles.

Les vesces et les pois sont beaucoup employés comme fourrage vert. En ce cas, ils sont habituellement semés avec la céréale de printemps, principalement avec l'avoine.

Les *pommes de terre* étaient cultivées en 1881 sur une surface de 44 500 hectares, principalement comme nourriture pour les hommes.

Habituellement on n'emploie pour le bétail que les variétés les plus mauvaises. La récolte est de 4 200 000 hectolitres par an; le rendement moyen est de 42 à 55 hectolitres par tonne de terre (80 à 100 hectolitres par hectare).

La culture de betteraves fourragères augmente chaque année. Pendant les années 1878 à 1881, l'espace occupé par les betteraves fourragères a passé de 8 500 à 16 000 hectares, dont 9 500 hectares dans les îles.

Dans les îles et dans les parties méridionales du Jutland on cultive principalement des betteraves et des carottes pour l'alimentation des vacheries.

La culture des betteraves à sucre a commencé en 1872. Elles occupaient en 1886 une aire de 8 000 hectares. Les betteraves sont traitées dans les six sucreries du royaume.

La *chicorée* était cultivée en 1883 sur 330 hectares, tandis qu'il en est importé en moyenne 500 000 kilogr. par an.

Le *colza* est peu cultivé ; en 1881, sur environ 1 000 hectares.

Autres plantes industrielles. — Le houblon, le lin, le tabac, le cumin, la moutarde, etc., occupaient, en 1881, une aire de 2 800 hectares.

En 1881, 38 500 hectares étaient consacrés à la culture du fourrage vert ; 1 million d'hectares au trèfle et aux prairies et, outre cela, la récolte de 58 000 hectares en cultures dérobées complétaient les ressources alimentaires du pays pour le bétail. La durée de la culture des prairies temporaires est en moyenne de deux à trois ans dans les îles, trois ou quatre ans en Jutland.

L'engrais artificiel est produit dans les fabriques du pays à l'aide de matières premières importées.

Pendant les années 1878 à 1887, l'importation de ces matières s'est élevée à 8 500 000 kilogr. (superphosphate et guano compris). En 1886-1887, elle était arrivée à 12 500 000 kilogr.

Depuis les dernières années, le bétail des vacheries est mieux alimenté qu'autrefois, surtout depuis que la fondation de vacheries communes (fruitières) a ouvert les yeux des petits propriétaires sur la valeur du lait. La consommation de son et de tourteaux de lin a beaucoup augmenté. L'importation de tourteaux de lin était, pendant les années 1878 à 1887, en moyenne par an de 22 500 000 kilogr. ; en 1886, 44 millions de kilogr.

L'importation de son s'élevait, en 1886, à 91 millions de kilogr. Outre cela, on importe 200 000 hectolitres de graines de colza et de lin par an.

Pour l'élevage de chevaux et de bétail on préfère les races pures.

Voici le nombre des différentes espèces d'animaux en 1881 :

DÉSIGNATION.	ILES.	JUTLAND.	ENSEMBLE.	PAR MILLIER d'hommes.
Chevaux	180 326	167 235	342 561	774
Anes	229	53	282	»
Bêtes à cornes .	586 497	883 581	1 470 078	736
Brebis.	459 548	1 089 065	1 548 613	775
Porcs	4 609	4 722	9 331	5
Chèvres	285 317	242 100	527 417	264

Chevaux. — Le plus grand nombre des chevaux appartient à la

race du pays ; ils sont employés comme bêtes de travail dans le service de l'agriculture. Sur les grandes propriétés et sur des terres de moyenne qualité, il y a ordinairement 4 à 5 chevaux par 100 tonnes de terre (55 hectares). Sur les petites propriétés, il y a quelquefois le double de chevaux sur le même espace.

En 1881 il y avait dans tout le royaume 3 957 étalons, dont 66 *de pur sang,* 248 *de demi-sang,* 3 380 de la race du pays et 266 d'autres races.

Les régions les plus importantes de l'élevage des chevaux sont les parties moyennes et septentrionales du Jutland, qui fournissent les îles de juments et d'étalons. La race des îles est probablement d'origine tartarique. C'est un croisement du cheval tartarique et jutlandais avec celui de *Frederiksborg.* La hauteur des chevaux jutlandais est en moyenne de 1m,65 à 1m,70, celle des chevaux des îles de 1m,60 à 1m,65.

L'exportation a lieu principalement en Allemagne ; elle est de 8 000 têtes par an.

Le bétail appartient principalement à la race rouge danoise et à la race jutlandaise. La race danoise est exclusivement une race laitière ; elle est obtenue par sélection, par croisement avec une race importée d'Angleterre et en partie par croisement avec la race originaire des îles : la bonne alimentation a beaucoup contribué aussi à l'amélioration de la race bovine.

Le bétail rouge danois se trouve principalement sur les îles et constitue 60 p. 100 de l'ensemble du bétail de Danemark.

En 1881, on comptait 17 956 taureaux, dont 60 p. 100 appartenant à la race rouge danoise. En Jutland se trouvaient, en 1881, 6 499 taureaux, dont 5 174 (80 p. 100) appartenaient à la race jutlandaise. Le poil de cette race est noir et blanc, gris et blanc, ou gris.

L'aptitude de la vache laitière est généralement moins développée chez cette race que chez la race rouge danoise, excepté dans les régions où la vacherie est le but spécial de l'élevage du bétail, c'est-à-dire dans les parties septentrionales et orientales du Jutland.

Dans les localités où l'on s'applique à l'élevage de *bétail à viande,* le développement des caractères propres à ce but est parfait. Pen-

dant les dernières années, on s'est beaucoup occupé de créer une race laitière jutlandaise, ce qui a bien réussi par une sélection méthodique dans plusieurs régions.

Outre ces deux races, il y avait, en 1881, 990 taureaux de la race *à cornes courtes* et 687 d'autres races.

La plupart des taureaux à cornes courtes sont importés. On les croise souvent avec la race jutlandaise. Les bâtards sont généralement engraissés.

Par une bonne alimentation, le poids de la vache à lait de la race rouge danoise peut atteindre 450 à 500 kilogr.

Avec une nourriture moyenne, une vache de la race rouge danoise peut donner 2 200 à 2 500 kilogr. de lait par an.

Quelques individus fournissent, moyennant une très forte alimentation, jusqu'à 6 000 kilogr. de lait.

La quantité de nourriture varie beaucoup. Dans les grandes propriétés, on emploie, en moyenne, un supplément de 650 kilogr. d'aliments concentrés, pendant le semestre d'hiver.

On emploie de plus en plus les racines, tant pour les vaches à lait que pour le bétail à viande. Dans beaucoup de propriétés, on conserve le bétail à l'étable pendant toute l'année.

Quand le bétail reste à l'étable pendant l'été, on lui donne habituellement un supplément de 1 à 2 kilogr. d'aliments concentrés par jour. En même temps on emploie du foin et de la paille comme nourriture sèche.

On exporte le bétail principalement en Angleterre. L'exportation était en moyenne par an, pendant les années 1878 à 1887, de 81 200 bœufs, 5 500 veaux et de 255 000 kilogr. de viande.

Pendant les dernières années, il s'est fondé dans tout le pays beaucoup de sociétés pour l'élevage du bétail ; elles ont pour but l'amélioration du bétail par une sélection méthodique.

Le nombre des animaux de l'espèce ovine a diminué, pendant les années 1871 à 1881, de 294 000 individus, conséquence naturelle du développement de la vacherie. Les endroits les plus pauvres ont le plus grand nombre de moutons. L'espèce ovine joue un rôle utile dans l'exploitation des pâturages trop maigres pour le gros bétail.

La brebis *danoise* proprement dite et la brebis de *landes* se trouvent exclusivement dans les landes et dans les marais.

La brebis mérinos était autrefois très commune, surtout dans les grandes propriétés. Par suite de l'abaissement du prix des laines, cette race a presque complètement disparu aujourd'hui. La brebis du pays et la brebis mérinos sont complètement transformées par suite de leur croisement avec la brebis à viande anglaise, qui souvent les a même remplacées.

L'élevage de la brebis a pour but la production de la laine et de la viande nécessaires à la consommation locale.

La brebis est généralement tenue à l'étable de 120 à 140 jours par an. La nourriture d'hiver est très modeste, habituellement du foin de rebut et de la paille. Les pâturages les plus maigres sont réservés aux brebis ; seulement dans les endroits où l'engraissement est le but de l'élevage, on leur donne une nourriture plus forte.

Pendant les années 1878 à 1887 l'exportation annuelle de la laine a été de 883600 kilogr. et celle des brebis de 58300.

L'élevage du porc s'est augmenté avec le développement de la vacherie. Le nombre de porcs et de cochons de lait était en :

1861.	300 928
1871.	442 421
1881.	527 417

La race originaire du pays a presque complètement disparu.

Elle est remplacée par des races anglaises, principalement par celles du Yorkshire, Tamworth et Berkshire.

Pendant les dernières années, beaucoup d'abattoirs de porcs se sont installés partout dans le pays. Ceux-ci achètent principalement les *Sengsvin*, c'est-à-dire des cochons petits, longs, charnus, pas trop gras, d'un poids de 80 à 95 kilogr. Ils sont exportés principalement en Angleterre. Les porcs gras d'un poids de 125 à 150 kilogr. vont en Allemagne.

La production des *Sengsvin*, qui sont vendus à l'âge de 6 ou 7 mois, devient de plus en plus commune, bien qu'elle exige un beaucoup plus grand nombre de cochons de lait que la préparation des

porcs gras, qui sont vendus à l'âge de 8 à 9 mois. Un commerce très actif a lieu avec les cochons de lait de 4 à 5 semaines.

Pour l'engraissement on emploie, outre le rebut de la vacherie, beaucoup de blé, surtout de l'orge, du maïs, des rebuts de riz, des racines et des pommes de terre.

Pendant les années 1878 à 1887, l'exportation par an était de 233 700 porcs, 6 200 cochons de lait et 8 270 000 kilogr. de lard. En 1887, l'exportation du lard était montée à 23 350 000 kilogr.

Dès les temps les plus reculés, la production de lait a eu une certaine importance en Danemark. On élevait, outre les bœufs, des vaches laitières, et on produisait pendant l'été du beurre et du fromage. Mais ce n'est qu'au commencement de ce siècle qu'une organisation rationnelle et productive des vaches laitières fut introduite dans les meilleures contrées du pays par des fermiers du duché de Holstein ; naturellement, ces fermiers importèrent la fabrication du beurre et du fromage maigre, selon l'usage de leur pays.

Tandis que les essais faits dans quelques points pour importer la fabrication du fromage gras, d'après les méthodes suisse, hollandaise et anglaise, ne prenaient qu'une importance médiocre, le système de Holstein se répandait vite dans le pays. Partout on employait pour la séparation de la crème des boîtes ou des cuves, et le beurre était déposé dans des barattes holsteinaises, mises en mouvement par des chevaux ou à la main, lesquelles sont encore presque exclusivement les seules employées.

La *Société royale d'économie rurale,* et plus tard l'État aidé par les hommes de science commencèrent à s'occuper expérimentalement des problèmes concernant la laiterie. Le thermomètre et la balance étaient importés dans la fabrication ; un enseignement pratique et théorique prenait naissance, et beaucoup d'étrangers venaient étudier la laiterie danoise. Non seulement dans les pays du Nord, mais aussi dans les autres pays, on s'efforçait d'imiter ces installations danoises.

On a commencé, il y a vingt ans, à installer des laiteries où la séparation de la crème avait lieu dans des vases cylindriques en fer-blanc ; en même temps, l'emploi de la glace devenait commun. Par des expositions nombreuses, on excitait l'intérêt et on répandait la

connaissance des meilleures méthodes de production. Les fabricants s'occupaient, de plus en plus, de la fabrication, de l'outillage et les produits de la laiterie étaient exportés en grandes quantités.

Au fur et à mesure, les cultivateurs trouvaient leur avantage à employer de grandes quantités de blé, de son, de tourteau de lin et de fourrage pour l'alimentation des vaches laitières ; on amenait celles-ci à vêler pendant l'automne, pour pouvoir produire beaucoup de beurre pendant l'hiver.

Ce sont les grands propriétaires qui donnèrent l'exemple, mais bientôt ils furent suivis par les plus petits. Maintenant, tous les campagnards du Danemark, qu'ils soient grands propriétaires possédant 300 vaches, ou petits cultivateurs n'en ayant qu'une ou deux, prennent part à la fabrication du beurre avec beaucoup de zèle et de succès.

Ce progrès est devenu possible pour les petits propriétaires par l'emploi des appareils centrifuges pour la séparation de la crème.

Il y a dix ans qu'on a commencé à les employer et bientôt un grand nombre de laiteries à vapeur furent installées dans tout le pays.

Beaucoup de laiteries, dans les grandes propriétés, sont munies de centrifuges, et un grand nombre de laiteries communes et en actions sont installées pour traiter le lait des moindres fermes. Bien que des laiteries où l'on traite le lait dans les boîtes existent encore dans beaucoup d'endroits, la machine centrifuge peut donc être considérée comme un appareil de la plus grande importance pour l'agriculture danoise. A l'heure qu'il est, plus de 2 000 centrifuges sont en activité et traitent environ la moitié de tout le lait produit par les 700 000 vaches laitières du pays.

L'importance croissante de la laiterie se révèle par l'exportation du beurre, toujours croissante.

L'exportation du beurre qui était, de 1872 à 1882, en moyenne de 9 500 000 kilogr. par an et, de 1883 à 1885, de 12 à 13 millions de kilogrammes, montait, en 1886, à 16 millions et, en 1887, à 18 millions de kilogrammes.

Les grandes quantités de lait écrémé n'ont pas pu être employées pour la fabrication des fromages maigres, parce que l'excès de production dans les autres pays a rendu impossible l'exportation. La production n'a donc lieu que pour les besoins du pays, et la plus grande partie du lait est employée comme nourriture pour les veaux et les porcs. Tandis que l'élevage des veaux n'a lieu que pour renouveler les laiteries, l'élevage des porcs joue un rôle toujours grandissant. On nourrit les cochons avec du lait et du petit lait ainsi qu'avec des racines et du blé.

L'exportation s'est élevée pendant l'année 1888 à 23 millions de kilogrammes de lard et à 250 000 porcs, d'une valeur de 33 millions de couronnes.

La valeur de l'exportation danoise en produits de la laiterie est de 70 millions de couronnes, mais il est bien probable qu'elle augmentera encore considérablement.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

La mission confiée au jury de la classe 73 *bis* devait embrasser l'étude des seuls pays représentés au Champ de Mars, à l'Esplanade des Invalides et dans les galeries du quai d'Orsay. De plus, son examen ne pouvait porter officiellement que sur les pays dont les produits du sol étaient accompagnés de documents statistiques permettant d'apprécier les différentes conditions générales et l'évaluation numérique de la production agricole de chacun d'eux. Les pages qui précèdent renferment un résumé, aussi exact qu'il a été possible au rapporteur de le faire à l'aide des documents exposés, de la situation agricole des pays qui ont pris part, en ce qui regarde la statistique, à l'admirable manifestation de 1889.

J'ai pensé cependant qu'il serait intéressant de donner, comme complément à l'œuvre du jury, un aperçu de la production totale du globe, au moins en ce qui regarde les céréales et les principales

denrées alimentaires, envisagée dans ses rapports avec la population. Il m'a paru qu'une semblable esquisse, si imparfaite qu'elle soit, faute de renseignements sur bien des points, pouvait être tentée d'autant plus utilement qu'elle conduit à la démonstration saisissante de la situation favorable que l'avenir réserve à l'agriculture européenne et notamment à l'agriculture française, si heureusement en voie de progrès depuis l'Exposition universelle de 1878.

Le lecteur voudra bien, je l'espère, juger cette tentative avec indulgence, et me tenir compte des difficultés grandes que présente une semblable étude. Il me pardonnera les lacunes inhérentes à des évaluations de l'ordre de celles que j'aborde, et ne verra dans cet épilogue du *Rapport sur la statistique agricole* qu'un désir ardent d'éclairer nos cultivateurs sur les choses qui les touchent de près. Mon objectif est de stimuler leur courage, de calmer leurs craintes, en leur montrant, pour un avenir prochain, des perspectives beaucoup plus encourageantes que les sombres prévisions suggérées aux pessimistes par le développement extraordinaire des pays neufs d'outre-mer.

Le monde civilisé a consacré des milliards à créer des voies de communication sûres, rapides et économiques, à construire des ports, des navires et l'immense matériel roulant qui circule sur les voies ferrées. La vapeur et l'électricité ont créé des liens étroits entre les peuples les plus éloignés, leur assurant ainsi le bénéfice des échanges des produits que la nature a inégalement répartis à la surface du globe et, chose précieuse entre toutes, délivrant à jamais le monde civilisé des horreurs de la famine. C'est grâce en effet à la prodigieuse organisation des communications internationales que la vieille Europe n'aura pas en 1892 à subir la disette : le déficit des 75 millions d'hectolitres qu'a infligé à la récolte en blé de l'Europe le rude hiver 1890-1891, les États-Unis d'Amérique, l'Inde et l'Australie le combleront : on ne peut que s'en réjouir.

Quand, laissant de côté tout parti pris doctrinaire, on envisage les bienfaits dont l'humanité est redevable à la création de l'immense réseau de communications qui couvre le monde civilisé, on a peine à comprendre la tendance passagère, mais très accentuée actuellement, de la plupart des nations à paralyser partiellement, par des mesures

fiscales excessives, l'influence des moyens de rapprochement à la création desquels elles ont consacré tant de milliards.

L'avenir, on n'en saurait douter, est à la liberté des échanges de nation à nation, c'est-à-dire à l'abaissement ou, pour mieux dire, au nivellement du prix des denrées de première nécessité, dont la conséquence sera l'accroissement du bien-être de la masse de l'humanité.

Les peuples neufs, exportateurs aujourd'hui, cesseront de le devenir par la force même des choses, étant donnés le rapide accroissement de leur population et la limitation forcée de l'extension de leurs cultures. Les vieilles nations pourront alors, par suite des progrès que leur rendent faciles l'expérience, la science et la richesse acquises, aspirer à devenir, à leur tour, exportatrices, et fournir au nouveau monde le pain qu'elles sont trop heureuses de lui demander aujourd'hui, quand il leur manque. Elles recevront, en retour, les productions que leur climat et leur sol leur refuseront toujours.

Telles sont, du moins, les déductions que semblent légitimer les rapprochements qui vont suivre touchant la population et la production du globe, autant que nous en puissions juger d'après les documents les plus récents.

POPULATION DU GLOBE

Population des mangeurs de pain (*bread-eaters*). — Production totale des denrées alimentaires.

La population totale du globe, qui était de 1 401 millions d'habitants en 1880, est évaluée, au commencement de 1891, à 1 480 millions, en augmentation de 79 millions dans cette décade, soit de 5.64 p. 100.

Le tableau suivant indique la répartition générale, la surface et la population du globe à la fin de 1890[1].

1. Dr A. Petermann's Mitteilungen. *Ergänzungsheft* N° 101. Gotha, J. Perthes, 1891.

TABLEAU I. — Nombre et densité de la population du globe.

PARTIES DU MONDE.	SURFACE en KILOMÈTRES carrés.	NOMBRE D'HABITANTS.	HABITANTS par KILOMÈTRE carré.
Europe (non compris l'Islande, Nowaja Semlja et les îles atlantiques) . . .	9 729 861	357 379 000	37
Asie (sans les îles polaires)	44 142 658	825 954 000	19
Afrique (sans Madagascar, etc.). . . .	29 207 100	163 953 000	5
Amérique (sans le domaine polaire) . .	38 334 100	121 713 000	3
Australie (Terre ferme et Tasmanie). .	7 695 726	3 230 000	0.4
Iles océaniques	1 898 700	7 420 000	4
Zones polaires	4 482 620	80 400	»
Totaux	135 490 765	1 479 729 400	11

La production connue du froment et du seigle s'élève annuellement à 1 251 millions d'hectolitres (voir tableau X, p. 237); celle du maïs à 1 milliard d'hectolitres, dont un tiers à peine sert à l'alimentation de l'homme, soit 300 millions. En évaluant à 250 millions d'hectolitres le volume des autres céréales comestibles, on arriverait au chiffre de *1 800 millions* d'hectolitres de céréales consommés annuellement par l'homme. Si l'on répartit arithmétiquement cette production sur le nombre total d'habitants du globe, on trouve que chacun d'eux disposerait en moyenne et par an de 122 litres environ de céréales. La production moyenne annuelle du blé dans le monde, étant de 775 millions d'hectolitres environ, correspondrait seulement à 52 litres par tête, chiffre tout à fait insuffisant; celle du seigle à 33 litres, soit au total pour les deux céréales, 85 litres.

Il va sans dire qu'il n'en est point ainsi : la répartition hypothétique que nous venons de faire n'a d'autre but que d'indiquer la proportion, relativement restreinte, des habitants du globe qui actuellement consomment des céréales et notamment du blé. Quelle est l'importance numérique de cette fraction de l'humanité que les statisticiens américains désignent sous la rubrique *bread-eaters*, « mangeurs de pain »? C'est ce que nous allons chercher à établir.

M. C. Wood Davis, dans une étude toute récente et fort intéressante sur la production et la consommation du monde, dresse le tableau suivant des *bread-eaters* dans les trois dernières décades 1870, 1880 et 1890. Sous cette dénomination, Wood Davis comprend exclusivement les peuples de l'Europe, des États-Unis, du Canada, de la région du Cap et du sud de l'Afrique, de l'Australie, de l'Amérique du Sud et des colonies européennes, des îles et des régions tropicales. Voici le résultat auquel il arrive :

TABLEAU II. — Population mangeant du pain, « bread-eaters ».

DÉSIGNATION.	1870.	1880.	1890.
	Habitants.	Habitants.	Habitants.
Europe	303 000 000	329 000 000	368 000 000
États-Unis	38 600 000	50 200 000	62 500 000
Canada	3 600 000	4 300 000	5 300 000
Australie	2 000 000	2 900 000	4 200 000
Amérique du Sud tempérée	5 000 000	6 600 000	8 200 000
Afrique du Sud et Islande.	6 800 000	7 000 000	7 800 000
TOTAUX	359 000 000	400 000 000	456 000 000
Accroissement décennal absolu.	. . . . . .	41 000 000	56 000 000
Accroissement décennal p. 100	. . . . . .	11.42 p. 100	14 p. 100
Accroissement total en 20 années . . .	. . . . . .	. . . . . .	27 p. 100

Quel a été, durant cette période de vingt années, l'accroissement, en surface, des cultures de céréales et de pommes de terre dans le monde entier ? C'est ce que va nous montrer le tableau III.

TABLEAU.

TABLEAU III. — Surfaces cultivées en denrées alimentaires principales dans le monde entier.

NATURE des RÉCOLTES.	1870.	1880.	1890.	AUGMENTATION OU DIMINUTION des cultures en 20 ans.	des surfaces cultivées en 20 ans.
	Hectares.	Hectares.	Hectares.		
Froment	62 066 000	71 757 000	73 442 000	+ 11 376 000	+ 11,8
Seigle et méteil .	44 143 000	43 847 000	43 855 000	— 288 000	— 0,7
Orge.	18 368 000	17 596 000	18 070 000	— 298 000	— 1,6
Avoine.	31 850 000	36 787 000	42 448 000	+ 10 598 000	+ 33,3
Maïs.	34 067 000	44 670 000	51 734 000	+ 17 667 000	+ 52,0
Pommes de terre.	8 808 000	9 557 000	10 457 000	+ 1 649 000	+ 18,7
TOTAUX	199 302 000	224 214 000	240 006 000	40 704 000 [1]	+ 20,4 [2]

1. Accroissement net.
2. Accroissement net p. 100.

En vingt ans, l'accroissement net de l'ensemble des surfaces cultivées en plantes alimentaires aurait donc été de 20.4 p. 100 seulement, tandis que la population des consommateurs de pain se serait accrue, pour la même période, de 27 p. 100.

Si l'on ne considère que les deux principales céréales alimentaires, le froment et le seigle, l'accroissement des surfaces consacrées à leur culture n'aurait été, en vingt ans, que de 10.4 p. 100, de telle sorte que le nombre des consommateurs de pain aurait crû deux fois et demie plus vite que celui des denrées destinées à la confection de cet aliment. Le maïs et d'autres céréales auraient complété les besoins de l'alimentation.

On remarquera que, durant la décade de 1870-1880, l'accroissement de la culture du blé a été de 15.6 p. 100, tandis que la population n'augmentait que de 11.4 p. 100 (tabeau II) ; il y aurait donc eu, dans ces dix ans, excédent de froment, dont une partie aurait comblé le déficit du seigle, et l'autre servi de réserve pour les années suivantes, marquées par une accélération bien plus faible dans l'extension des cultures.

Dans ces trois périodes, la proportion des surfaces cultivées au chiffre de la population a subi des fluctuations intéressantes à noter ; les superficies étaient, en 1870, de 554^{hect},4 par 1 000 consommateurs ; de 562^{hect},5 en 1870-1880 et tombaient à 526^{hect},1, pour la décade 1880-1890, par suite de l'accroissement bien plus considérable de la population durant cette période.

Le tableau III comprend la surface productive du monde entier ; il est intéressant de lui comparer celle de l'Europe seule ; c'est ce que va nous permettre l'inspection du tableau IV.

TABLEAU IV. — Surfaces cultivées en denrées alimentaires principales.

(Pays d'Europe.)

NATURE des RÉCOLTES PRINCIPALES.	SURFACES. 1870.	1880.	1890.	AUGMENTATION OU DIMINUTION ABSOLUE.	P. 100.
	Hectares.	Hectares.	Hectares.	Hectares.	P. 100.
Froment.	38 037 000	37 714 000	38 222 000	+ 185 000	+ 0.49
Seigle et méteil[1]. . . .	43 638 000	43 076 000	42 848 000	— 790 000	— 1.81
Orge.	15 942 000	14 896 000	14 573 000	— 1 369 000	— 8.58
Avoine	27 523 000	28 903 000	29 789 000	+ 2 266 000	+ 8.24
Maïs.	17 273 000	17 906 000	17 778 000	+ 505 000	+ 2.92
Pommes de terre. . . .	8 073 000	8 758 000	9 172 000	+ 1 099 000	+ 13.50
	150 486 000	151 073 000	152 362 000	1 896 000[2]	+ 1.255[3]
Monde entier	199 302 000	224 214 000	240 006 000	40 704 000	+ 20.4
PAYS D'OUTRE-MER. Par différence avec les chiffres du tableau III .	48 816 000	73 141 000	87 624 000	38 808 000	Pays d'outre-mer. + 79.5

1. Seigle et blé semés ensemble.
2. Augmentation réelle.
3. P. 100.

Cette comparaison des accroissements des surfaces cultivées, dans le monde entier, de 1860 à 1880, avec l'augmentation des cultures européennes montre que, sur le chiffre de près de 41 millions d'hectares conquis à la culture en vingt ans, 39 millions, soit 79.5 p. 100 appartiennent aux pays hors d'Europe ; si l'on cherche maintenant comment se répartissent ces 41 millions d'hectares, on constate

qu'ils appartiennent pour 81.7 p. 100 aux États-Unis d'Amérique, et, pour 18.3 p. 100 aux autres pays d'outre-mer.

Voici d'ailleurs la progression suivie dans les trois périodes décennales 1860-1870, 1870-1880, 1880-1890, en nombres ronds :

ANNÉES.	SURFACE TOTALE du monde ensemencée en denrées alimentaires.	ACCROISSEMENT total en surfaces.	PART des États-Unis dans cet accroissement.	PART des États-Unis.
	Hectares.	Hectares.	Hectares.	P. 100.
1860-1870 . .	193 300 000	»	»	»
1870-1880 . .	224 214 000	24 914 000	21 160 000	84.7
1880-1890 . .	240 200 000	15 786 000	12 180 000	77.0
Accroissement en vingt ans . . .		40 700 000	33 440 000	81.7

A ne considérer que les chiffres bruts, le Nouveau-Monde et, à sa tête, les États-Unis, occupent une place tout à fait prépondérante dans le progrès de la production des vingt dernières années, progrès qui assure, comme nous le disions plus haut, la subsistance de l'humanité civilisée. Mais si l'on examine de plus près les conditions de l'agriculture, en France et aux États-Unis, il est aisé de se convaincre de la supériorité de la première sur la seconde, au point de vue du progrès réel, qui consiste essentiellement dans l'accroissement des rendements du sol. Tandis que le rendement du sol français suit, depuis soixante ans, une marche ascendante, trop lente à notre gré, mais constante et qu'il serait aisé d'accélérer considérablement, la productivité des terres américaines décroît sensiblement, fait qui commence à préoccuper, à juste titre, les agronomes américains. Pour justifier le bien-fondé de ces préoccupations, M. Wood Davis examine ce que deviendront, suivant toute probabilité, d'ici *vingt ans seulement*, en 1910, le chiffre de la population du monde et l'accroissement des cultures que réclamera l'alimentation humaine au xxe siècle.

En admettant que l'accroissement de la population des *mangeurs de pain* dans le monde soit de 11 p. 100 de 1890 à 1900, et seulement de 10 p. 100 pendant la décade suivante, la consommation de la population demeurant seulement proportionnelle à celle de la décade 1870-1880, où les prix étaient sensiblement plus élevés que dans la période décennale suivante, M. Wood Davis évalue, comme

suit, les conditions probables de l'augmentation de la population et des surfaces nécessaires pour la nourrir en 1900 et en 1910 :

DATES.	ÉVALUATION de la population. *Bread-eaters.*	SURFACES COMPLÉMENTAIRES en blé nécessaire.	en seigle nécessaire.	en autres denrées alimentaires nécessaires.	SURFACE totale nécessaire.
—	—	—	—	—	—
		Hectares.	Hectares.	Hectares.	Hectares.
1900. . .	506 000 000	8 500 000	6 050 000	12 950 000	27 500 000
1910. . .	555 000 000	8 500 000	6 050 000	12 950 000	27 500 000
TOTAUX		17 000 000	12 100 000	25 900 000	55 000 000

Il sera donc nécessaire de trouver, en 1910, dans la partie tempérée du globe, une surface nouvelle de 55 millions d'hectares à mettre en culture et, en 1920, la population continuant à s'accroître suivant la même progression qu'aujourd'hui, exigerait, par rapport à l'état actuel, une augmentation de surfaces de cultures qui ne saurait être moindre de 80 à 85 millions d'hectares. La superficie du sol, en céréales, s'élèverait donc, dans trente ans, à 320 millions d'hectares au moins, en augmentation d'un tiers sur les surfaces actuelles. Les pays hors d'Europe seraient sans doute, à en juger par l'exemple du passé, appelés à fournir la presque totalité de cet accroissement, et les États-Unis seuls devraient par conséquent y apporter leur contingent de 80 p. 100, comme dans la période de 1870 à 1890 ; autrement dit, il leur faudrait mettre en culture environ 44 millions d'hectares d'ici à 1910, et 64 millions en 1920. Après avoir discuté longuement la situation que cette perspective crée à l'Amérique, étant donnée la nécessité d'accroître la culture du maïs de 2 millions d'hectares d'ici 1896, et le peu de probabilité, selon lui, d'après les allures de la culture indigène, que l'élévation des rendements arrive, dans une mesure quelconque, à couvrir les besoins du pays, M. Wood Davis, citoyen du Kansas, dont l'opinion ne saurait être suspecte aux cultivateurs européens, dit en propres termes : *Il ne paraît pas vraisemblable que nous puissions (les États-Unis), à partir de 1896, exporter une part quelconque des produits de nos champs, coton et tabacs exceptés* [1].

1. *It does not seem likely that we can export any part of the staple produits of our fields after* 1896, *except cotton and tabaco.*

La consommation des États-Unis absorbera, d'ici cinq ans, les céréales produites actuellement en vue de l'exportation ; conséquemment, *toute exportation de denrées alimentaires devra cesser* à cette date, c'est toujours M. Wood Davis qui parle, « ou l'accroissement de notre population s'abaisser ». L'Inde ne semble pas à M. Davis devoir concourir pendant longtemps à l'alimentation des autres pays ; sa population augmente de 1 p. 100 par an et la mise en culture de son territoire de moins d'un tiers p. 100 dans le même temps. Ce n'est donc pas la pléthore momentanée des États-Unis, tant de fois invoquée pour les besoins de la cause dans ces dernières années, qui frappe M. Davis, mais bien plutôt la pénurie des céréales à plus ou moins brève échéance, pour le monde entier, qui l'effraye.

Ces considérations qu'on peut discuter, mais qui ont, à coup sûr, un fondement solide dans l'écart entre l'augmentation de la population du globe et celle de la production des denrées alimentaires, font ressortir la situation favorable, dans un avenir très prochain, des nations qui, comme la nôtre, voyant tous les ans leur production augmenter par l'accroissement des rendements et non par l'extension de la culture, pourront arriver, quand elles le voudront, à se passer de l'étranger pour leur alimentation. Si la population de la France ne s'accroît pas, chose extrêmement regrettable, par une progression rapide, du moins avons-nous la certitude, à l'inverse des États-Unis eux-mêmes, de pouvoir nous suffire par un très faible effort.

Pour s'en convaincre et pour mesurer la supériorité fondamentale de l'agriculture française sur la culture américaine, il suffit de jeter un coup d'œil sur les chiffres qui représentent la progression des accroissements des rendements en blé de notre pays et le mouvement inverse qui va en s'accentuant aux États-Unis. Les tableaux V, VI et VII résument ces faits du plus haut intérêt pour l'avenir de notre agriculture.

TABLEAU V. — États-Unis. — Rendements moyens des céréales à l'hectare.

DÉSIGNATION.	PÉRIODE 1870-1880.	PÉRIODE 1880-1890.	DIMINUTION	
			à l'hectare.	en centièmes de la récolte.
	Hectolitres.	Hectolitres.	Hectolitres.	P. 100.
Froment.	11,14	10,87	0,27	2.5
Seigle.	12,65	10,67	1,98	15.6
Orge	19,77	19,47	0,30	1.4
Avoine	25,50	23,89	1,61	6.8
Maïs	24,34	21,62	2,72	12.5
Sarrasin.	15,89	11,49	4,40	27.6

Ces chiffres que j'emprunte à l'étude de M. Davis, basée sur les relevés officiels du ministère de l'agriculture de Washington, accusent une diminution marquée dans les rendements à l'hectare, dans la dernière période décennale, diminution allant de 1.5 p. 100 (orge) à 27.6 p. 100 (sarrasin) !

M. Davis ajoute que l'appauvrissement du sol par des cultures séculaires, sans restitution, a fait tomber, depuis le règne d'Akbar, les rendements de blé de 26 p. 100 dans l'Inde. Combien sont autres les résultats obtenus par nos cultivateurs depuis soixante-dix ans, résultats qui vont s'accentuant favorablement, de décade en décade, comme le montre le tableau VI !

TABLEAU VI. — France. — Augmentation des rendements moyens des céréales, à l'hectare, de 1860 à 1890.

DÉSIGNATION.	RENDEMENTS MOYENS		AUGMENTATION OU DIMINUTION	
	1860.	1890.	de 1860 à 1890.	P. 100.
	Hectolitres.	Hectolitres.	Hectolitres.	
Froment.	14,69	16,55	1,86	12.6
Seigle	12,91	15,21	2,30	17.9
Orge	15,27	15,94	0,67	3.5
Avoine	24,40	24,76	0,36	1.47
Maïs	14,75	15,34	0,59	4.0
Sarrasin.	16,26	15,80	— 0,46	— 2.8

Ainsi, tandis que, par le fait de l'épuisement du sol, le rendement en blé des États-Unis a diminué de 2.5 p. 100 à l'hectare, dans la période de 1870-1890, il s'est accru chez nous, de 1860 à 1890, de 12.6 p. 100. Mais l'augmentation du rendement de la plus importante des céréales s'accuse, bien plus sensiblement encore, si nous l'indiquons pour la période comprise de 1820 à 1890. Le rapprochement avec la culture américaine est d'autant plus saisissant que le rendement du blé en France était, en 1820, presque identique à celui de l'Amérique en 1870 : à l'hectare $11^{hl},8$ pour la France et $11^{hl},14$ pour les États-Unis.

TABLEAU VII. — France. — Progression des rendements moyens de blé, à l'hectare, de 1820 à 1890.

PÉRIODES.	RENDEMENTS À L'HECTARE.	AUGMENTATION	
		À L'HECTARE sur 1820.	P. 100.
	Hectolitres.	Hectolitres.	
1820-1829	11,80	»	»
1830-1839	12,36	0,56	4.82
1840-1849	13,66	1,86	15.75
1850-1859	13,95	2,15	18.30
1860-1869	14,36	2,56	21.70
1870-1879	14,46	2,66	22,60
1880-1889	15,67	3,87	32.80
Récolte de 1890	16,55	4,75	40.00

La population de la France qui comptait, en 1831, 32 569 000 habitants, était, en 1886 (toute compensation de territoire faite), de 38 219 000.

Elle s'est donc accrue de 1830 à 1890 de 5 650 000 habitants; soit de 17.68 p. 100 ; l'augmentation du rendement en blé étant de 40 p. 100 depuis cette époque, on s'explique le bien-être qui en est résulté pour le pays.

Ce qui ressort clairement de l'examen du tableau VII, c'est qu'en soixante-dix ans le rendement moyen en blé de l'hectare a augmenté de près de 5 hectolitres, et cela, en l'absence de fumures complémentaires du fumier de ferme et, pour plus de la moitié de la

durée de cette période, sans les améliorations culturales et l'introduction de l'outillage perfectionné qui se sont accentuées depuis moins de vingt ans d'une manière notable. Est-ce donc faire un rêve irréalisable que d'espérer, à brève échéance, un accroissement moyen annuel nouveau de *deux hectolitres* à l'hectare, avec l'emploi de fumures complémentaires et les progrès de l'instruction agricole dans nos campagnes? Personne, je pense, ne l'oserait soutenir. Or, cette augmentation de rendement de 2 hectolitres à l'hectare moyen, on ne saurait trop le répéter, correspond, pour les 7 millions d'hectares du sol français emblavés, à un accroissement de récolte de 14 millions d'hectolitres, c'est-à-dire à un chiffre très voisin de notre importation moyenne, sauf les années désastreuses, comme l'a été 1890-1891.

Nous avons récolté en 1890, sur 7 061 739 hectares, 116 915 880 hectolitres de blé : ajoutons à ce chiffre les 14 millions d'hectolitres si faciles à obtenir en excédent sur la moyenne actuelle, nous arrivons au chiffre de 131 millions d'hectolitres, absolument suffisants pour couvrir et au delà tous les besoins de la population, y compris l'emblavure de l'année suivante. Si, par un effort que le succès ne saurait manquer de couronner, nous arrivions, en l'espace de deux ou trois ans, à accroître notre production moyenne de $3^{hl},50$ à l'hectare, c'est-à-dire à la porter à 20 hectolitres, chiffre inférieur de 40 à 50 p. 100 à celui qu'obtiennent les bons cultivateurs dans les régions les plus diverses de la France, nous nous trouverions, en année normale, à la tête d'une récolte de 140 millions d'hectolitres, nous laissant la possibilité d'exporter 15 millions d'hectolitres annuellement.

Nous avons la conviction intime, fondée sur les progrès mêmes réalisés par l'agriculture française, depuis dix ans, que le siècle actuel ne s'achèvera pas sans que ce résultat ne soit atteint, et tandis que, suivant les prévisions de M. Wood Davis, les États-Unis, dont le développement a été si extraordinairement rapide, n'auront plus à nous envoyer que du coton et du tabac, nous serons assez heureux, sans doute, pour combler, sur les marchés étrangers, une bonne partie du déficit en blé qu'ils ne pourront plus fournir.

L'association de la science, du capital et du travail réalisera ce

grand progrès, nous en avons la conviction, pour peu que propriétaires, exploitants et capitalistes consentent à s'instruire et à s'associer en vue de doter l'agriculture des ressources qui ont élevé les autres industries nationales au rang qu'a révélé une fois de plus l'Exposition universelle de 1889.

ANNEXES

Nous réunissons dans les tableaux VIII, IX et X les documents les plus certains et les plus récents sur la production du blé dans le monde.

Le tableau VIII donne la production totale du froment dans le monde entier, année par année, dans la dernière période décennale. (W. Davis.)

TABLEAU VIII. — Production totale du froment dans le monde, durant la dernière période décennale.

	EN HECTOLITRES. — Nombre rond.		EN HECTOLITRES. — Nombre rond.
1881	718 580 000	1886	742 569 000
1882	822 533 000	1887	823 986 000
1883	745 113 000	1888	793 455 000
1884	822 533 000	1889	744 386 000
1885	754 927 000	1890	794 182 000
Production moyenne de 1881 à 1885			772 737 000
Production moyenne de 1886 à 1890			796 431 000
MOYENNE des dix années			776 372 000

Le tableau IX présente, d'après les renseignements puisés à d'autres sources dignes de foi, une statistique de la récolte du monde en 1891 et rapproche les chiffres afférents à la dernière campagne de ceux de la production du froment en 1889 et en 1890. Voici, pour ces trois années, quelle aurait été, exprimée en millions d'hectolitres, la production totale du froment, par pays :

TABLEAU IX.

DÉSIGNATION DES PAYS.	1891.	1890.	1889.
	Millions d'hect.	Millions d'hect.	Millions d'hect.
1. *Europe.*			
France	82,200	119,248	113,825
Autriche	14,500	15,515	13,195
Hongrie	44,950	54,520	53,297
Belgique	3,625	6,960	6,625
Bulgarie	14,065	10,875	12,470
Danemark	1,305	1,421	1,525
Allemagne	33,350	36,975	30,812
Grèce	3,350	4,350	3,987
Hollande	1,305	2,030	1,885
Italie	44,805	469,80	38,425
Norvège	145	145	145
Portugal	2,900	2,900	2,900
Roumanie	17,400	20,300	15,767
Russie	67,570	79,373	74,907
Serbie	3,625	3,625	2,175
Espagne	25,375	26,535	26,680
Suède	1,160	1,305	1,342
Suisse	1,450	1,450	1,160
Turquie d'Europe	11,600	12,325	11,600
Angleterre	25,375	27,405	27,505
TOTAL en Europe	400,055	474,237	440,227
2. *Hors d'Europe.*			
Algérie	4,260	7,250	5,713
Argentine (République)	9,975	6,525	8,700
Australie	10,150	11,904	15,587
Asie-Mineure	13,050	13,050	13,050
Canada	17,400	13,267	9,135
Californie	1,450	1,305	1,595
Chili	5,800	6,525	5,437
Égypte	3,915	3,625	2,537
Indes	89.175	79,750	65,964
Perse	7,250	7,975	8,700
Syrie	4,350	4,330	4,250
États-Unis	213,150	145,000	177,828
TOTAL hors d'Europe	382,925	300,506	318,496
Production du monde entier	782,980	774,743	758,723

Ce tableau appelle quelques remarques importantes.

Il permet de constater, en premier lieu, que la vieille Europe est en déficit sur 1890, bonne année de blé, de 74 millions d'hectolitres, et de 40 millions en déficit sur 1889, tandis que le reste du monde aurait récolté un excédent de 8 millions d'hectolitres par rapport à 1890 et plus de 24 millions d'hectolitres de plus qu'en 1889. Les États-Unis d'Amérique, à eux seuls, ont vu leur production en blé progresser dans une énorme proportion : de 68 millions d'hectolitres en 1891 sur 1890 et de 36 millions d'hectolitres sur 1889. En réalité, c'est l'Amérique qui sauve, cette année, le monde de la disette, son excédent correspondant aux neuf dixièmes du déficit de l'Europe. Grâce à cette énorme production de 213 millions d'hectolitres de blé, les États-Unis assurent à peu près l'alimentation du monde. On ne saurait cependant se déclarer entièrement satisfait si l'on réfléchit, d'une part, à l'insuffisance très notable de la récolte de seigle dans les pays où cette céréale occupe un rang important dans l'alimentation humaine, de l'autre si l'on met en regard de la production en blé les besoins de la consommation constatés par les statistiques les plus récentes.

Il résulte, en effet, de cette comparaison que, pour les trois dernières années, la production a été inférieure à la consommation des quantités suivantes :

En 1889, de 23 millions et demi d'hectolitres;

En 1890, de près de 10 millions d'hectolitres;

En 1891, de 8 millions et demi d'hectolitres.

En effet, la consommation du monde semble pouvoir être évaluée aux chiffres suivants :

	1889.	1890.	1891.
En millions d'hectolitres.	782,3	784,4	789,5
Les productions totales étaient de . .	758,7	774,8	781,0
DIFFÉRENCES.	23,6	9,6	8,5

Comment ont été comblées ces différences? En grande partie par les stocks provenant des récoltes antérieures. On avait récolté près de 824 millions d'hectolitres en 1887 et la consommation n'en avait exigé que 772 millions, laissant un excédent de 52 millions d'hectolitres environ, excédent qui s'est accru, en 1888, d'environ 6 mil-

lions, soit au total un stock de 58 millions d'hectolitres de grains, couvrant et au delà le déficit des trois dernières années, qui s'élèverait, si les chiffres donnés plus haut sont exacts, à 42 millions d'hectolitres environ. En fin de compte, l'alimentation du monde est assurée, cette année, grâce à la récolte exceptionnelle des États-Unis, qui se trouve être le véritable régulateur du prix du blé dans l'univers pour l'année 1891-1892.

Les données précédentes n'ont trait qu'au froment ; le tableau X, extrait du récent mémoire (octobre 1891) de M. Wood Davis, du Kansas, donne sur la récolte en blé et en seigle (ensemble) des renseignements statistiques qui conduiraient à constater un écart de 225 millions d'hectolitres de blé et seigle entre la récolte de 1891 et les besoins du monde entier pendant l'anné 1892. Nous ferons remarquer cependant que M. Davis ne tient point compte, dans ce calcul, du maïs et des autres céréales qui jouent dans certains pays un rôle important pour l'alimentation humaine.

TABLEAU X. — Évaluation de M. Wood Davis sur l'insuffisance de la récolte de 1891 dans le monde entier (froment et seigle).

DÉSIGNATION.	PRODUCTION MOYENNE annuelle en millions d'hectolitres (1881-1890).	EXIGENCES EN FROMENT et seigle pour l'année 1891-1892, en millions d'hectolitres.	ESTIMATION de LA RÉCOLTE (froment et seigle) de 1891 en millions d'hectolitres.
France	139,9	151,6	99,6
Russie, Pologne et Finlande	349,0	291,0	214,4
Autriche-Hongrie	102,5	96,7	90,9
Allemagne	113,8	137,0	88,0
Italie	44,3	54,5	43,6
Espagne	44,0	47,2	37,8
Royaume-Uni	29,4	85,8	25,4
Roumanie	16,7	10,9	16,7
Turquie, Bulgarie, Roumélie	18,5	16,0	18,5
Belgique	13,8	24,0	9,5
Pays-Bas	6,5	13,1	5,8
Suisse	2,9	7,6	2,5
Portugal, Serbie, Grèce, Scandinavie	27,6	38,5	25,4
Amérique du Nord	182,5	154,8	214,8
Amérique du Sud	11,3	14,5	16,0
Australie	12,7	11,6	14,2
Indes	92,0	82,1	92,7
Autres contrées	43,6	47,2	44,0
TOTAUX	1 251,0	1 284,1	1 059,8

La production moyenne annuelle (1881-1890) du froment et du seigle réunis s'élevant dans le monde entier à 1 251 millions d'hectolitres, celle du blé, pour la même période, étant de 776 400 000 hectolitres, la différence de 474 600 000 hectolitres correspondrait à la production totale du seigle. D'après les surfaces consacrées à ces deux céréales (voir le tableau III), le rendement moyen, à l'hectare, serait pour tout le globe de 10hl,57 pour le blé et de 10hl,82 pour le seigle.

Les tableaux XI et XII complètent les renseignements précédents, en rappelant les prix moyens du blé en France (tableau XII) et la balance commerciale de la France (d'après Ch. Bivort).

TABLEAU XI. — Balance commerciale de la France, importation-exportation, pendant les années 1867-1890.

ANNÉES.	BLÉ ET FARINE.		EXCÉDENTS.	
	IMPORTATION.	EXPORTATION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.
	Hectolitres.	Hectolitres.	Hectolitres.	Hectolitres.
1890.	»	»	»	»
1889.	12 676 818	251 760	12 425 058	»
1888.	19 000 080	312 550	18 687 500	»
1887.	12 141 511	126 551	12 014 960	»
1886.	13 906 984	159 448	13 747 536	»
1885.	6 578 863	249 821	6 328 842	»
1884.	14 736 240	298 363	14 437 787	»
1883.	13 175 644	259 604	12 916 040	»
1882.	15 505 727	363 623	15 142 104	»
1881.	17 585 010	433 275	17 151 735	»
1880.	27 200 473	407 753	26 792 720	»
1879.	29 788 434	439 044	29 349 390	»
1878.	18 639 746	820 233	17 819 513	»
1877.	4 650 781	5 175 307	»	524 526
1876.	7 119 291	3 272 014	3 747 277	»
1875.	4 713 210	3 556 319	»	1 843 109
1874.	10 939 867	2 280 805	8 659 062	»
1873.	6 923 954	2 972 090	3 951 869	»
1872.	5 659 326	3 157 202	1 502 124	»
1871.	13 925 446	153 513	13 770 933	»
1870.	»	»	»	»
1869.	1 849 905	885 029	964 876	»
1868.	11 073 245	680 680	10 392 565	»
1867.	9 249 718	573 920	8 675 798	»

TABLEAU XII. — Prix moyens du blé en France (à l'hectolitre) pendant les années 1829-1891.

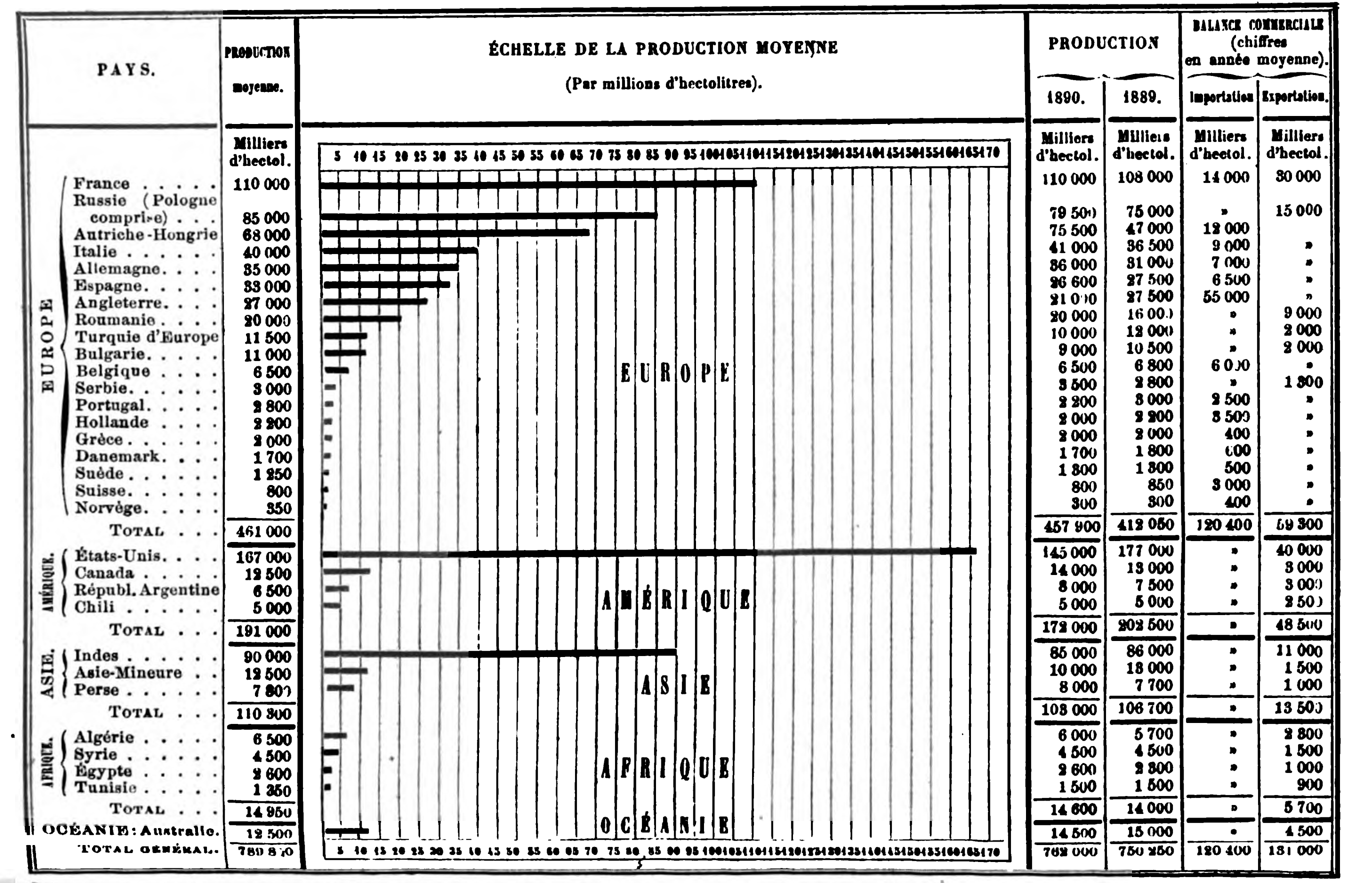
ANNÉES.	PRIX de L'HECTOLITRE.	ANNÉES.	PRIX de L'HECTOLITRE.	ANNÉES.	PRIX de L'HECTOLITRE.
	Fr. c.		Fr. c.		Fr. c.
1891	. . . . .	1870	20,48	1849	15,37
1890	20,95	1869	20,21	1848	16,65
1889	20,23	1868	26,08	1847	29,01
1888	18,65	1867	26,02	1846	24,05
1887	18,13	1866	19,59	1845	19,75
1886	16,94	1865	16,94	1844	19,75
1885	16,80	1864	17,80	1843	20,46
1884	17,76	1863	19,78	1842	19,55
1883	19,16	1862	23,24	1841	18,54
1882	21,51	1861	24,55	1840	21,84
1881	22,28	1860	20,24	1839	22,14
1880	22,90	1859	16,74	1838	19,51
1879	21,92	1858	16,75	1837	18,53
1878	23,08	1857	24,37	1836	17,32
1877	23,42	1856	30,75	1835	15,25
1876	20,64	1855	29,32	1834	15,25
1875	19.38	1854	28,82	1833	16,62
1874	24,31	1853	22,39	1832	21,85
1873	25,70	1852	17,23	1831	22,10
1872	22,90	1851	14,48	1830	22,39
1871	26,65	1850	14,32	1829	22,59

Le tableau XIII donne la représentation graphique de la production en blé du globe, d'après M. Ch. Bivort.

Il m'a semblé intéressant, malgré leurs divergences, de mettre sous les yeux des lecteurs de ce rapport cet ensemble de documents émanés de sources différentes, leur laissant le soin de les comparer et d'en tirer les déductions qui leur paraîtraient, d'après leurs propres études, les plus voisines de la vérité, si difficile à atteindre dans cet ordre de questions.

TABLEAU.

XIII. — Tableau graphique de la production du blé dans les cinq parties du monde.



PAYS.		PRODUCTION moyenne.	PRODUCTION 1890.	PRODUCTION 1889.	BALANCE COMMERCIALE (chiffres en année moyenne). Importation.	Exportation.
		Milliers d'hectol.	Milliers d'hectol.	Milliers d'hectol.	Milliers d'hectol.	Milliers d'hectol.
EUROPE	France	110 000	110 000	108 000	14 000	30 000
	Russie (Pologne comprise)	85 000	79 500	75 000	»	15 000
	Autriche-Hongrie	68 000	75 500	47 000	12 000	
	Italie	40 000	41 000	36 500	9 000	»
	Allemagne	35 000	36 000	31 000	7 000	»
	Espagne	33 000	26 600	27 500	6 500	»
	Angleterre	27 000	21 000	27 500	55 000	»
	Roumanie	20 000	20 000	16 000	»	9 000
	Turquie d'Europe	11 500	10 000	12 000	»	2 000
	Bulgarie	11 000	9 000	10 500	»	2 000
	Belgique	6 500	6 500	6 800	6 000	»
	Serbie	3 000	3 500	2 800	»	1 300
	Portugal	2 800	2 200	3 000	2 500	»
	Hollande	2 200	2 000	2 200	3 500	»
	Grèce	2 000	2 000	2 000	400	»
	Danemark	1 700	1 700	1 800	600	»
	Suède	1 250	1 300	1 300	500	»
	Suisse	800	800	850	3 000	»
	Norvège	350	300	300	400	»
	TOTAL	461 000	457 900	412 050	120 400	59 300
AMÉRIQUE.	États-Unis	167 000	145 000	177 000	»	40 000
	Canada	12 500	14 000	13 000	»	3 000
	Républ. Argentine	6 500	8 000	7 500	»	3 000
	Chili	5 000	5 000	5 000	»	2 500
	TOTAL	191 000	172 000	202 500	»	48 500
ASIE.	Indes	90 000	85 000	86 000	»	11 000
	Asie-Mineure	12 500	10 000	13 000	»	1 500
	Perse	7 800	8 000	7 700	»	1 000
	TOTAL	110 300	103 000	106 700	»	13 500
AFRIQUE.	Algérie	6 500	6 000	5 700	»	2 300
	Syrie	4 500	4 500	4 500	»	1 500
	Égypte	2 600	2 600	2 300	»	1 000
	Tunisie	1 350	1 500	1 500	»	900
	TOTAL	14 950	14 600	14 000	»	5 700
OCÉANIE : Australie.		12 500	14 500	15 000	»	4 500
TOTAL GÉNÉRAL.		789 870	762 000	750 250	120 400	131 000

RECHERCHES

SUR LA

DÉCOMPOSITION DES MATIÈRES ORGANIQUES

Par le Dr WOLLNY[1]

Les matières organiques employées comme engrais sous forme de déchets végétaux ou animaux (fumier, compost) ou sous forme de plantes vertes (engrais vert) ou bien celles qui se trouvent dans les sols (portion non enlevée des récoltes, cadavres d'animaux, humus) subissent, comme on sait, diverses transformations chimiques qui influent notablement sur la fertilité. La connaissance de ces réactions offre, à côté de l'intérêt scientifique, un intérêt pratique d'autant plus grand que, par des mesures appropriées, on peut exercer une influence considérable sur le cours de ces transformations et sur la qualité des produits ultimes comprenant divers principes nutritifs importants.

En prenant les choses en gros, on peut dire que les processus réalisés dans la nature pour la décomposition des matières organiques se divisent en deux groupes principalement déterminés par la présence ou l'absence de l'oxygène et caractérisés par des phénomènes d'oxydation dans le premier cas, de réduction dans le second.

---

1. *Journal für Landwirthschaft,* 34e année, 1886, p. 213-320.

I. — DÉCOMPOSITION DES MATIÈRES ORGANIQUES EN PRÉSENCE DE L'OXYGÈNE (*Phénomènes d'oxydation*).

A. — Les processus chimiques.

En présence de l'air atmosphérique, il se produit, par la décomposition des matières organiques, de l'acide carbonique, de l'eau, de l'ammoniaque (et de l'azote gazeux) et les principes minéraux, qui, en quelque sorte enfermés dans la matière organique, ne sont pas assimilables à cet état, deviennent libres et peuvent être absorbés par les plantes. Il se forme soit des principes nutritifs importants (ammoniaque et sels minéraux), soit des composés, comme l'acide carbonique, qui agissent indirectement d'une manière favorable sur la fertilité en hâtant la solubilisation des éléments minéraux.

Ce processus est donc caractérisé par la volatilisation des matières organiques[1] avec résidu formé par les principes minéraux non volatils passant, pour la plus grande partie, à l'état assimilable.

Ce qui milite en faveur de l'intervention de l'oxygène de l'air, ce n'est pas seulement le fait que l'oxygène des matières organiques est bien loin de suffire à l'oxydation du carbone, c'est aussi l'observation, faite d'abord par Lévy et Boussingault et plus tard par J. von Fodor, que l'air confiné dans le sol est d'autant plus pauvre en oxygène qu'il est plus riche en acide carbonique, de façon que les volumes des deux gaz sont toujours sensiblement égaux. Voici les rapports trouvés par les premiers auteurs que je viens de citer.

NATURE DU SOL.	CULTURE.	ACIDE carbonique.	OXYGÈNE.	TOTAL.
		P. 100.	P. 100.	P. 100.
Sol siliceux fumé	»	9.74	10.35	20.09
Sol siliceux.	Vigne	1.06	19.72	20.78
Sable avec nombreux cailloux.	Forêt	0.87	19.61	20.48
Sol siliceux fumé	Asperges. . .	1.54	18.80	20.34
Excavation avec terre de bois.	»	3.64	16.45	20.09
Muschelkalk	Betteraves . .	0.87	19.71	20.58
Argile compacte.	Topinambours.	0.66	19.99	20.65
Sol humide fertile	Prairie. . . .	1.79	19.41	21.20

1. Pour le degré de cette volatilisation, comparer les résultats ci-dessous.

Dans 19 analyses, J. von Fodor a obtenu les taux suivants:

	ACIDE carbonique.	OXYGÈNE.	TOTAL.
Air confiné dans le sol	2.54	18.33	20.87
Air atmosphérique.	0.04	20.96	21.00

On remarque nettement que le taux d'oxygène du sol s'abaisse d'autant que s'élève celui de l'acide carbonique. On doit donc conclure (ce qui est d'accord avec d'autres faits) que l'oxygène de l'air prend une part prépondérante dans l'oxydation du carbone. Les éléments azotés des matières en décomposition se présentent généralement sous la forme de principes albuminoïdes; leurs transformations donnent surtout lieu à la production d'ammoniaque. Grâce au libre accès de l'oxygène, cette ammoniaque, qui d'abord se produit toujours, s'oxyde et se transforme en acide nitrique. Cette réaction a lieu dans les sols perméables avec une grande rapidité, car l'ammoniaque ne se trouve qu'en faible quantité dans les sols agricoles et, d'autre part, différents expérimentateurs ont observé la transformation rapide en acide nitrique de l'ammoniaque des fumures. Ainsi dans un sol arable de 0m,20 de profondeur, Wolf a trouvé par hectare en kilogrammes (77) :

	SCHISTE argileux.	GRAUWACKE.	GNEISS.		DIABASE.	GRÈS rouge.
Azote sous forme d'acide nitrique.	271,50	435,20	467,8	82,1	521,6	552,6
— d'ammoniaque.	26,19	19,15	27,3	6,3	89,4	27,9

Les recherches exécutées par J. von Fodor (18) ont donné par kilogramme du sol de la cour de l'Université de Budapest (desséché à 110° centigr.) en milligrammes :

	PROFONDEUR		
	à 1 mètre.	à 2 mètres.	à 4 mètres.
Acide nitrique	4mg,80	510,5	549,0
Ammoniaque.	4, 14	7,62	0,8

Si l'on incorpore au sol des engrais ammoniacaux, comme c'est le cas, par exemple, pour le purin, il survient très vite une énergique oxydation, puisque les eaux de drainage renferment de grandes quantités de nitrates. Marié-Davy (41), Lévy (39), Lawes, Gilbert et

Warington (37) ont fait la même remarque. Marié-Davy plaça dans un vase en verre de 2 mètres de hauteur, un mélange de sable et de gravier et y versa journellement un litre d'eau d'égout. L'analyse de l'eau d'égout et de l'eau filtrée à travers le sol montra nettement la transformation de l'ammoniaque en acide nitrique ; car on trouva par litre en milligrammes :

	DANS L'EAU d'égout.	DANS L'EAU qui s'écoulait du sol.
Azote ammoniacal	20,6	1,7
Azote nitrique	0,8	21,5

Les résultats des recherches faites par Lévy sur la composition des eaux d'égout employées pour l'irrigation et des eaux de drainage des champs irrigués sont aussi très instructifs.

Un litre contenait en milligrammes :

1882.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOUT.	SEPTEMBRE.	OCTOBRE.	MOYENNE.
Azote ammoniacal.									
Eau d'égout	17,4	20,7	21,0	28,7	29,1	32,6	21,1	»	24,4
Drain (Asnières)	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9
— (Cases)	0,8	0,8	0,8	0,8	1,1	0,9	0,8	0,9	0,9
— (Épinay)	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8
— (Moulin de Cage)	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9
Azote nitrique.									
Eau d'égout	1,4	0,9	1,0	0,8	1,1	0,4	»	»	0,9
Drain (Asnières)	23,7	24,8	25,5	25,3	23,9	23,3	»	»	24,4
— (Cases)	27,9	18,4	22,9	29,6	32,5	31,3	»	»	27,1
— (Épinay)	19,9	22,0	21,1	19,0	22,6	23,2	26,6	»	22,2
— (Moulin de Cage)	17,9	20,6	17,4	19,2	18,8	19,9	20,1	»	19,1

Il résulte de ces chiffres que l'azote fourni au sol sous forme d'ammoniaque est presque entièrement transformé en azote nitrique ; car tandis que le liquide primitif ne contient que de l'ammoniaque avec traces d'acide nitrique, c'est ce dernier presque exclusivement que renferme l'eau de drainage. Les pertes d'azote que subit le sol par les eaux de drainage, comme l'ont démontré Lawes, Gilbert et

Warington, concordent avec les résultats précédents. Les recherches faites jusqu'ici ne permettent pas d'affirmer qu'en présence de l'oxygène, de l'azote libre se dégage des matières animales et végétales en décomposition, comme on l'a souvent admis. Celles qui ont donné un tel résultat ont été faites dans des conditions qui affaiblissaient l'action de l'oxygène et devaient provoquer ces processus chimiques qui se passent quand l'accès de l'air est limité. Si l'on ajoute, par exemple, aux matières azotées qu'on analyse des quantités d'eau telles qu'il se forme une bouillie, elles deviennent impénétrables à l'air. L'accès de l'air est également limité quand on met la substance en décomposition dans des vases clos. Même si on les aère de temps en temps, on n'est pas placé dans les conditions naturelles, parmi lesquelles la ventilation (dans un sol perméable, dans une masse poreuse de fumier) est une de celles qui ont le plus d'effet. C'est pourquoi les essais faits d'après ces méthodes par König, Morgen, Dietzell[1] n'ont pas de valeur pour le point en question. Ce qui montre que les substances employées n'étaient pas soumises aux processus d'oxydation, c'est l'absence de l'acide nitrique qui, d'après les analyses précitées, se forme en grande quantité dès que les conditions d'une oxydation énergique se trouvent réunies. De plus, l'odeur dégagée dans presque tous ces essais, odeur désagréable, pénétrante, due probablement à des acides gras, indique qu'au lieu d'une décomposition oxygénée on avait affaire à une décomposition anaérobie, dite aussi forménique. (*Voir l'Appendice, note A.*)

Si on laisse de côté ce dégagement d'azote encore douteux, la décomposition des matières végétales et animales se ferait très simplement par transformation en acide carbonique, acide nitrique ou ammoniaque et eau avec un résidu formé des principes non volatils. Naturellement cette décomposition n'est pas soudaine; elle est plus ou moins prompte suivant les circonstances extérieures. Les matières organiques se modifient incessamment au double point de vue chimique et physique en formant, pendant que dure leur destruction, ces masses noirâtres, se volatilisant peu à peu et de composition variable que nous appelons *humus*.

---

1. Voir ci-dessous.

B. — Intervention des bactéries dans la décomposition des matières organiques.

On croyait jusqu'alors que l'oxydation qui se produit dans la décomposition de ces substances était un fait purement chimique. Depuis les recherches récentes, on est forcé d'y voir un phénomène de chimie physiologique, puisqu'elle n'a lieu qu'avec le secours de micro-organismes.

Th. Schlœsing et Müntz (57) ont montré, les premiers, que des bactéries intervenaient dans les processus d'oxydation des matières organiques et spécialement dans la transformation de l'ammoniaque en acide nitrique[1]. Ils ont fait passer des vapeurs de chloroforme à travers un sol où la nitrification était active et qu'ils arrosaient ensuite de purin. Si la nitrification était influencée par des organismes, elle devait cesser après addition du chloroforme qui suspend l'activité des bactéries; c'est ce qui arriva. L'eau de filtration contenait de l'ammoniaque en plus grande quantité, mais les nitrates et les nitrites avaient diminué. Dans le dernier essai, Schlœsing chauffa le sol jusqu'à 100 degrés, ce qui arrêta toute production d'acide nitrique.

R. Warington (72) confirma les résultats de Schlœsing et Müntz, et montra que le sulfure de carbone avait la même action. Le sol était contenu dans des tubes en U. Dans un des échantillons passait, par aspiration, de l'air privé d'ammoniaque, dans les deux autres, de l'air filtré sur une éponge imbibée, pour l'un, de chloroforme, et pour l'autre de sulfure de carbone.

L'analyse du sol donna les résultats suivants :

Azote sous forme de nitrates et de nitrites par million de parties du sol desséché à l'air.

	I.	II.
Existant primitivement	6,12	8,91
Après ventilation avec air pur	40,87	50,86
Après ventilation avec air imprégné de sulfure de carbone.	6,70	9,75
— — chloroforme	9,48	7,86

1. Déjà auparavant, Pasteur (1862) et Muller (*Versuchsstationen*, livr. 16, p. 273) avaient exprimé l'idée que la nitrification devait être le résultat de l'activité des micro-organismes.

Le fait que le sol fortement chauffé perd la faculté d'oxyder l'azote a été de même confirmé par des recherches de von Fodor. Celui-ci (18) chauffa un échantillon de sol à la flamme d'un fourneau et l'arrosa chaque jour de 6 à 8 centim. cubes d'urine bouillie étendue au 1/10. Sol et urine furent en outre préservés des poussières atmosphériques et des bactéries qui s'y trouvent. Le liquide clair qui filtrait goutte à goutte était très différent de celui qui s'écoulait du même sol non chauffé. 100 centim. cubes de la solution filtrée contenaient :

	SOL	
	non chauffé.	chauffé.
Ammoniaque	1mg,75	1mg,50
Matière organique	19 ,20	84 ,04
Nitrate et nitrite	92 ,00	0

Soyka (64) et Plath (55) sont arrivés à des résultats analogues.

Il résulte de ces essais que la nitrification diminue énormément si l'on ajoute au sol des substances antiseptiques et qu'elle cesse complètement si la terre a été fortement chauffée et garantie contre l'arrivée des bactéries.

En examinant au microscope une terre nitrifiante, Schlœsing et Müntz (57) ont constaté la présence de nombreux organismes inférieurs, mais, en se plaçant même dans les conditions d'une nitrification très active, ils ne réussirent pas à isoler celui qui en était l'auteur. Ils employaient pour ces recherches des solutions où la nitrification se fait très bien quand elles sont convenablement préparées et bien aérées, soit de l'eau d'égout clarifiée et stérilisée, soit des solutions alcalines étendues auxquelles on ajoutait les éléments minéraux nécessaires, un sel ammoniacal et de la matière organique. Les solutions étaient si limpides que, même au microscope, on n'y trouvait pas un seul corps organisé et, une fois chauffées à 110 degrés, elles restaient indéfiniment dans le même état. Mais si l'on ajoutait une parcelle de terre et qu'on fît arriver de l'oxygène (filtré et flambé) en quantité suffisante, au bout de quelques jours avec une température convenable, la nitrification commençait. A ce moment, on observait sous le microscope de nombreux corpuscules allongés, très petits, fort semblables aux corpuscules brillants trouvés dans les eaux par Pasteur et avant lui déjà par Koch et Cohn.

En portant ces solutions en train de nitrifier dans d'autres liquides stériles, on y provoque la nitrification sans qu'on puisse y trouver d'autre organisme que celui dont il vient d'être question. Il paraît donc certain que c'est lui qui provoque l'oxydation de l'azote, et Schlœsing et Müntz l'appellent le ferment nitrique. Il est très répandu et bien peu de sols sont impropres à son développement. (*Voir l'Appendice, note B.*)

Sur la distribution dans le sol des organismes nitrifiants, les essais de R. Warington (72) fournissent quelques données. Des parcelles de sol (0gr,1) prises à diverses profondeurs furent placées dans des vases en verre remplis d'urine stérilisée par 5 à 6 heures d'ébullition. Les 110 centimètres cubes de cette solution formaient une couche de 4 à 5 centimètres seulement. L'ouverture des vases était fermée par un tampon de coton.

Le commencement de la nitrification fut déterminé à l'aide de la diphénylamine. Dans 1 centim. cube de la solution on faisait tomber une goutte d'une solution de sulfate de diphénylamine et on ajoutait 2 centim. cubes d'acide sulfurique concentré. La teinte bleu-violet indiquait la présence d'acide nitrique ou nitreux. Cette réaction est si sensible, qu'elle décèle encore l'azote dans des solutions à 1/20 000 000e. Dans une série d'essais (1883), ces parcelles de sol furent prises à 5, 25, 50 centimètres puis à 1 mètre, 2 mètres et 2m,60. On trouva des organismes nitrifiants jusqu'à 50 centimètres et, dans un cas, jusqu'à 1 mètre, mais point plus bas. Dans un autre essai, il n'y eut pas de nitrification avec une terre provenant d'une profondeur moindre que 25 centimètres. Il semble, d'après ces recherches, que, dans un sol argileux, l'organisme nitrifiant se localise dans une couche de 50 centimètres. Mais il se peut que, grâce aux canaux creusés par les vers ou les racines, il s'enfonce plus profondément. En sol sablonneux il descend probablement plus bas, quoique le fait ne soit pas démontré.

Ces résultats concordent avec les observations microscopiques de R. Koch (31). Cet auteur a vu le nombre des micro-organismes décroître vite avec la profondeur dans les sols qu'il a examinés et il pense qu'à un mètre le sol est à peu près exempt de bactéries.

De ces faits résultent quelques conséquences faciles à saisir et

importantes pour la pratique. Par exemple, comme l'oxydation des matières azotées ne se fait que dans les couches supérieures du sol, les nitrates trouvés dans le sous-sol ou dans les eaux de drainage proviennent de ces couches superficielles et sont entraînés par dissolution.

Lorsqu'il fut démontré que la nitrification était due à une action physiologique d'organismes inférieurs, on se demanda si l'oxydation du carbone ne se faisait pas dans les mêmes conditions. Pour décider la question je fis un essai (80) où j'employai, comme Schlœsing et Müntz, le chloroforme pour anesthésier les microbes. 548 gr. d'une terre de compost humide fournit les quantités suivantes d'acide carbonique :

	SANS CHLOROFORME.	AVEC CHLOROFORME.
	Volumes d'acide carbonique dans 1000 volumes d'air du sol.	
30 janvier 1880	26.69	18.74
3 février 1880	37.98	24.85
5 —	41.38	17.36
6 —	37.50	11.29
9 —	39.61	14.23
12 —	41.55	17.12
14 —	41.88	14.41
MOYENNE	38.08	16.86

Par l'emploi du chloroforme le dégagement d'acide carbonique dans le sol était donc très fortement diminué. Comme cet emploi ne peut avoir d'autre effet que d'anesthésier les micro-organismes, il faut conclure que l'acide carbonique se forme dans le sol sous leur influence.

Mes résultats ont été depuis confirmés par Dehérain (8), qui trouva aussi que le dégagement d'acide carbonique diminue beaucoup ou même s'arrête si l'on ajoute du chloroforme à du fumier ou de la paille en décomposition. Dehérain conclut que l'oxydation du carbone est essentiellement liée aux processus vitaux des micro-organismes, mais qu'il y a aussi, à côté du fait physiologique, une réaction purement chimique. Cette conclusion manque de rigueur, parce qu'il est possible que le chloroforme n'arrête qu'incomplètement l'activité des microbes.

Pour m'en assurer, j'ai institué une nouvelle série de recherches dans lesquelles la mort des organismes était provoquée soit par des

antiseptiques, soit par l'emploi de hautes températures. Les sols imprégnés d'égales quantités de solution où les mélanges artificiels furent placés dans des tubes de verre en U de $3^{cm},5$ de diamètre et d'une contenance d'environ 700 centim. cubes, dont chaque extrémité fut fermée avec un bouchon de caoutchouc muni d'un petit tube à dégagement coudé. Les sols étaient placés l'un près de l'autre dans une cuve en zinc, remplie d'eau maintenue constamment à 30 degrés. L'un des tubes à dégagement communiquait avec un flacon cylindrique rempli jusqu'au quart d'acide sulfurique concentré, l'autre avec une série de tubes remplis de chaux sodée. Entre le flacon d'acide sulfurique et l'aspirateur fut placé un tube à absorption de Pettenkofer avec une solution de baryte. Entre les prises d'essai faites ordinairement à intervalles égaux (24-48 heures), les tubes en U restaient jour et nuit dans la cuve de zinc à la même température et fermés hermétiquement pour empêcher l'arrivée de l'acide carbonique; les caoutchoucs adaptés aux deux tubes à dégagement furent bouchés par de petites baguettes de verre après l'enlèvement des récipients de chaux sodée et d'acide sulfurique. Ce dispositif offrait cet avantage que tous les facteurs de la décomposition des matières organiques (température, eau, sol, etc.) restaient constants pendant toute la durée d'une expérience. Au moment des prises d'essai, on extrayait d'abord un demi-litre; après quoi on intercalait le tube d'absorption, rempli d'eau de baryte, et on extrayait 2 litres d'air en bulles de la grosseur d'une lentille dans l'espace d'une heure et demie à deux heures.

La solution de baryte employée pour fixer l'acide carbonique était obtenue, d'après le procédé indiqué par Pettenkofer, par dissolution d'hydrate de baryte dans l'eau distillée et on ajoutait un peu de chlorure de baryum. 30 centim. cubes de cette solution étaient neutralisés par 20 centim. cubes d'une solution d'acide oxalique, qui contenait, par litre, $2^{gr},8636$ d'acide oxalique pur cristallisé. 1 centim. cube de la liqueur barytique correspondait exactement à 1 milligr. d'acide carbonique. A cause des variations dans le taux d'eau de l'acide oxalique, on employa, à partir du 3 juin 1880, le quadroxalate de potasse (KHC_2O_4, $H_2C_2O_4 + 2H_2O$) qui a une composition constante, à la dose de $3^{gr},85$ par litre d'eau distillée.

Quand l'air avait barboté dans la solution barytique, on enlevait la communication avec l'aspirateur et le flacon d'acide sulfurique et on versait la solution dans un petit vase d'environ 250 centim. cubes, qu'on gardait bien bouché dans un lieu tranquille et frais jusqu'à ce que le carbonate de baryte se soit complètement déposé. On prenait alors, à l'aide d'une pipette, 30 centim. cubes du liquide clair et on titrait dans un verre en employant comme liquide indicateur une solution alcoolique d'acide rosolique.

La pression était donnée par un baromètre à siphon de Greiner; la température était celle de l'eau de l'aspirateur. Dans tous les essais, les quantités d'acide carbonique ont été calculées pour 1 000 volumes d'air à 0 degré et à la pression de 760 millimètres à l'aide des tables de Baumann.

ESSAI I (1880)

I. Mélange de 370 gr. de sable quartzeux, 30 gr. de tourbe en poudre et 50 centim. cubes d'eau distillée.

II. Mélange de 370 gr. de sable quartzeux. 30 gr. de tourbe en poudre et 50 centim. cubes d'une solution d'acide carbolique à 1 p. 100.

III. Mélange de 370 gr. de sable quartzeux, 30 gr. de tourbe en poudre et 50 centim. cubes d'une solution d'acide borique à 3 p. 100.

DATES des prises d'essai.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1 000 volumes d'air.		
	I.	II.	III.
7 décembre	57.984	21.056	36.545
8 —	41.147	15.458	18.903
9 —	34.772	12.072	15.756
10 —	25.987	7.577	9.744
11 —	25.554	8.462	11.421
13 —	30.281	10.097	15.834
14 —	18.914	5.720	9.264
15 —	16.963	4.987	5.579
MOYENNE	31.450	10.678	15.381

ESSAI II (1880)

I. 280 gr. de sable calcaire avec humus et 80 centim. cubes d'eau distillée.

II. 280 gr. de sable calcaire avec humus et 80 centim. cubes d'une solution d'acide carbolique à 5 p. 100

III. 280 gr. de sable calcaire avec humus et 80 centim. cubes d'une solution d'acide borique à 3 p. 100.

IV. 280 gr. de sable calcaire avec humus et 80 centim. cubes d'une solution d'acide salicylique à 0.1 p. 100.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air.			
	I.	II.	III.	IV.
16 décembre	37.934	4.791	17.073	34.399
17 —	89.820	3.221	23.161	62.139
18 —	102.679	5.460	36.872	105.362
20 —	85.721	6.064	55.877	90.459
21 —	82.435	5.290	49.408	85.298
22 —	108.893	3.833	42.088	77.482
23 —	61.082	3.042	29.867	80.341
24 —	64.172	4.181	30.123	87.237
Moyenne	79.092	4.485	35.558	77.839

ESSAI III (1881)

I. 300 gr. de sable calcaire avec humus et 80 centim. cubes d'eau distillée.

II. 300 gr. de sable calcaire avec humus et 80 centim. cubes d'une solution de salicylate de soude à 5 p. 100.

III. 300 gr. de sable calcaire avec humus et 80 centim. cubes d'une solution de borate de soude à 5 p. 100.

IV. 300 gr. de sable calcaire avec humus et 80 centim. cubes d'une solution de benzoate de soude à 5 p. 100.

V. 300 gr. de sable calcaire avec humus et 80 centim. cubes d'une solution de thymol à 5 p. 100.

VI. 300 gr. de sable calcaire avec humus, 80 centim. cubes d'eau et 4 gr. de benzol.

VII. 300 gr. de sable calcaire avec humus et 80 centim. cubes d'une solution d'acide arsénieux à 1 p. 100.

VIII. 300 gr. de sable calcaire avec humus et 80 centim. cubes d'une solution de sulfate de strychnine à 1 p. 100.

DATES.	VOLUMES D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR.							
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
4 janvier . .	35.667	11.895	10.666	16.195	1.584	11.815	33.563	27.348
5 — . .	89.343	39.749	16.515	38.069	2.676	11.165	92.478	91.240
7 — . .	86.300	66.301	23.436	61.269	4.411	15.519	117.589	81.335
8 — . .	77.493	57.703	27.472	60.193	3.942	13.362	93.077	88.116
10 — . .	73.593	69.939	33.129	99.226	9.814	14.415	73.505	56.649
11 — . .	62.018	64.309	28.849	66.029	7.587	14.098	73.925	60.567
12 — . .	62.113	81.807	33.284	82.480	8.091	12.590	48.787	45.035
Moyenne. .	69.504	55.958	24.764	60.494	5.443	13.281	76.132	64.327

ESSAI IV (1884)

I. 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de fumier de cheval en poudre[1] et 40 centim. cubes d'eau distillée.
II. 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de fumier de cheval en poudre et 40 centim. cubes d'une solution d'acide cyanhydrique à 0.5 p. 100.
III. 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de fumier de cheval en poudre et 40 centim. cubes d'une solution d'acide chromique à 0.5 p. 100.
IV. 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de fumier de cheval en poudre et 40 centim. cubes d'une solution d'iode à 0.5 p. 100.
V. 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de fumier de cheval en poudre et 40 centim. cubes d'une solution de nitrate d'argent à 0.5 p. 100.
VI. 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de fumier de cheval en poudre et 40 centim. cubes de bichlorure de mercure à 0.5 p. 100.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1 000 VOLUMES D'AIR.					
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
11 décembre. . . .	24.648	3.382	5.018	4.679	3.941	4.115
12 —	27.686	3.133	3.138	2.795	1.519	2.394
13 —	29.056	3.359	2.238	4.089	2.407	1.344
14 —	29.001	2.831	2.555	10.500	3.222	1.164
15 —	29.412	3.193	2.690	16.201	3.809	1.088
16 —	24.924	3.279	2.877	16.644	4.962	1.128
Moyenne . . .	27.454	3.195	3.086	9.151	3.310	1.859

ESSAI V (1884)

I. 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de fumier de cheval en poudre et 40 centim. cubes d'eau distillée.
II. 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de fumier de cheval en poudre et 40 centim. cubes d'eau avec $0^{gr},2$ d'iodoforme.
III. 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de fumier de cheval en poudre et 40 centim. cubes d'une solution de valérianate de zinc à 0.5 p. 100.
IV. 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de fumier de cheval en poudre et 40 centim. cubes d'une solution de sulfate de cuivre à 0.5 p. 100.
V. 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de fumier de cheval en poudre et 40 centim. cubes d'une solution de chlore à 0.5 p. 100.
VI. 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de fumier de cheval en poudre et 40 centim. cubes d'une solution de brome à 0.5 p. 100.

---

1. Cette poudre de fumier de cheval provenait, dans cet essai comme dans les suivants, d'excréments solides frais, imprégnés d'urine puis desséchés.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR.					
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
18 décembre. . . .	22.536	17.539	9.226	7.538	22.367	19.246
19 — . . .	25.174	20.464	22.217	24.293	22.539	20.197
20 — . . .	28.476	25.625	23.707	16.136	25.966	25.568
21 — . . .	31.595	20.660	25.074	10.244	25.437	28.640
22 — . . .	28.352	18.933	23.977	9.495	21.321	26.779
23 — . . .	26.837	15.676	21.741	9.002	20.949	22.931
Moyenne. . . .	27.160	19.483	20.990	12.785	23.096	23.893

ESSAI VI (1885)

I. 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de fumier de cheval en poudre et 40 centim. cubes d'eau distillée.

II. 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de fumier de cheval en poudre et 40 centim. cubes d'une solution de bichlorure de mercure à 1 p. 100.

III. 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de fumier de cheval en poudre et 40 centim. cubes d'une solution de bichlorure de mercure à 2 p. 100.

IV. 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de fumier de cheval en poudre et 40 centim. cubes d'une solution de bichlorure de mercure à 4 p. 100.

V. 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de fumier de cheval en poudre et 40 centim. cubes d'une solution de bichlorure de mercure à 8 p. 100.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air.				
—	I.	II.	III.	IV.	V.
9 janvier. . . .	21.885	4.516	4.466	4.351	4.351
10 — . . .	22.833	2.174	1.845	1.169	1.507
11 — . . .	25.114	1.431	1.320	1.320	1.320
12 — . . .	25.503	1.140	1.085	1.086	1.027
13 — . . .	24.803	1.082	1.031	1.027	1.027
14 — . . .	23.664	1.085	1.087	1.087	1.087
15 — . . .	23.745	1.072	1.074	1.074	1.074
Moyenne . . .	23.935	1.786	1.701	1.661	1.628

Pour les essais de stérilisation par la chaleur, on prit dans une assez grande quantité de fumier de cheval en poudre fine deux échantillons moyens de 16gr,3, bien humectés avec 34gr,7 d'eau distillée[1]. L'un fut mis dans un tube de verre en U, l'autre dans un

1. L'humectation des sols en expérience a été obtenue de la même manière dans les essais précédents, comme dans les suivants.

tube de fer de même forme, muni aux extrémités de deux robinets de cuivre, solidement vissés, et on le plongea 6 heures dans un bain d'huile à 115 degrés. Les deux tubes furent ensuite portés dans le bain d'eau à 30 degrés et traités comme on vient de le dire, avec cette différence que, du côté de l'entrée de l'air, entre le flacon de chaux sodée et le tube où était le sol, on intercala un tube de verre de 0m,80 de longueur, préalablement flambé, et qu'on remplit de coton stérilisé par l'éther.

Cette disposition avait pour but d'arrêter les bactéries de l'air. A la fin de l'expérience, les deux échantillons avaient la même humidité. Voici les résultats :

ESSAI VII (1882)

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air.	
	Chauffé.	Non chauffé.
8 décembre	3.103	61.611
9 —	2.534	73.939
10 —	3.268	91.729
11 —	2.930	99.504
12 —	1.970	96.048
13 —	1.339	94.908
14 —	1.407	102.847
15 —	1.112	93.778
16 —	1.114	94.756
MOYENNE	2.086	89.902

Pour comparer l'action des substances employées, il est commode de les ranger par ordre en posant la quantité d'acide carbonique dégagée sous l'influence de l'eau égale à 100. C'est ce qu'on a fait dans le tableau suivant, où les quantités des antiseptiques sont exprimées en centièmes du sol humidifié.

	QUANTITÉ de la substance p. 100 du sol.	PRODUCTION d'acide carbonique.
Eau	»	100.0
Acide salicylique	0.03	98.4
Sulfate de strychnine	0.21	92.5
Brome	0.045	87.9
Benzoate de soude	1.05	87.0

	QUANTITÉ de la substance p. 100 de sol.	PRODUCTION d'acide carbonique.
	—	—
Chlore	0.045	85.0
Salicylate de soude	1.05	80.5
Valérianate de zinc	0.045	77.3
Iodoforme	0.045	71.7
Acide borique	0.33	48.9
Sulfate de cuivre	0.045	47.1
Acide borique	0.67	44.9
Chloroforme	»	44.3
Borate de soude	1.05	35.6
Acide carbolique	0.11	33.5
Iode	0.045	33.3
Benzol	1.05	19.1
Nitrate d'argent	0.045	12.1
Acide cyanhydrique	0.045	11.6
Acide chromique	0.045	11.2
Thymol	1.05	7.8
Bichlorure de mercure	0.045	6.8
—	0.090	7.5
—	0.18	7.1
—	0.36	6.9
—	0.72	6.8
Acide carbolique	1.11	5.7
Chauffé à 115 degrés	»	2.3

Ces chiffres[1] montrent clairement que *la production d'acide carbonique est presque complètement arrêtée si l'on ajoute aux substances organiques en décomposition des solutions de bichlorure de mercure, de thymol et d'acide carbolique* (ce dernier assez concentré) *ou si on les porte à une température de 115 degrés.*

Ces influences ressortent encore plus nettement si l'on examine, non plus la moyenne des résultats, mais les derniers chiffres de chaque série d'expériences.

Les matières analysées contiennent en effet souvent de l'acide car-

1. Ces chiffres ne peuvent naturellement donner aucune idée générale sur l'action spécifique des différents antiseptiques, parce qu'elle dépend essentiellement de la concentration de la solution, comme le montrent les essais avec les acides carbolique et borique et que peu de substances ont été essayées en diverses proportions. Dans les essais précédents, il s'agissait surtout de trouver un moyen de tuer les micro-organismes et ce but devait être atteint complètement.

bonique provenant des processus de décomposition antérieurs à l'addition des antiseptiques, et cet acide est entraîné par l'air en quantités d'abord assez grandes, puis de plus en plus petites, si bien que l'air extrait ne renferme pas seulement l'acide carbonique formé pendant la durée de l'expérience, mais encore une partie de celui qui a pu se dégager auparavant. Il est donc rationnel de considérer surtout les résultats finaux qui font mieux ressortir l'influence étudiée et que nous donnons ci-dessous.

	PRODUCTION d'acide carbonique.	
	Absolue.	Relative.
A la température ordinaire.	94.756	100.0
A 115 degrés	1.114	1.2
Sans bichlorure de mercure (à 1 p. 100) .	23.745	100.0
Avec — —	1.072	4.5

On voit que le dégagement d'acide carbonique, surtout dans le premier cas, est presque réduit à zéro par les moyens employés. Les expériences précédentes ne décident pas si cette petite quantité d'acide résulte d'une faible réaction chimique, ou plutôt d'un lent dégagement de gaz provenant de décompositions antérieures et retenu par la matière organique en vertu de son pouvoir extraordinaire d'absorption[1]. Pour le but que nous poursuivons, il suffit d'avoir prouvé que *l'oxydation du carbone des matières organiques en décomposition doit être considérée comme étant surtout un fait d'ordre physiologique, c'est-à-dire lié à l'activité vitale de micro-organismes,* car les résultats obtenus ne peuvent s'expliquer autrement.

De ce que les quantités d'acide carbonique dégagées par les matières organiques en présence de l'air sont très importantes et que les microbes se trouvent par myriades dans le sol, on peut conclure que leur influence doit être très générale.

Ainsi, Koch (31) a trouvé, même en hiver, une très grande quantité de micro-organismes dans divers sols, pris soit dans des endroits

1. Cf. les recherches d'Ammon sur cette question dans *Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik.* Wollny, 2e vol. 1879, p. 1-46.



très peuplés (Berlin), soit dans des champs éloignés de toute habitation. De même, les observations faites à Montsouris (Paris) montrent (42) que le nombre des germes de bactéries dans le sol est immense : dans 1 gr. d'un sol de gazon de l'Observatoire de Montsouris on en compte 750 000 et de 870 000 à 900 000 à Gennevilliers. Il en est de même pour le fumier d'étable, où Dehérain a trouvé de nombreux organismes.

On ne connaît pas encore nettement la nature de ces êtres, parce que les observations faites jusqu'ici sont tout à fait insuffisantes.

D'après les observations microscopiques de Koch, ce sont des schizomycètes, parmi lesquels dominent les bacilles dans les couches supérieures des sols. On a trouvé, en moindre quantité, des micrococcus et d'autres bactéries, ainsi que des myxomycètes.

Miquel (42) a également constaté que les schizomycètes les plus nombreux appartenaient au groupe des bacilles. Sur 100 schizomycètes, on a trouvé dans des sols agricoles 90 bacilles et dix autres espèces de bactéries; à la surface de l'humus, les micrococcus se sont montrés plus nombreux. Il résulte de là que les bacilles semblent jouer un rôle très important dans la décomposition de la matière organique et, par suite, dans la formation des principes nutritifs assimilables qui en naissent.

Les caractères morphologiques des bactéries de la nitrification sont encore douteux (1). D'après Schlœsing et Müntz, il s'agit d'un petit micrococcus, assez semblable à celui du vinaigre, si bien que van Tieghem, dans son *Traité de botanique*, l'appelle *M. nitrificans*.

La description ne laisse pas reconnaître nettement ce que sont ces organismes. Duclaux parle d'un mélange de diverses formes. Au point de vue biologique, ces microbes doivent compter parmi les ferments aérobies, qui ont besoin, pour vivre, de l'oxygène de l'air (27). Il est bien à désirer que les diverses espèces de microbes soient plus exactement connues et qu'on résolve la question de savoir si les réactions sont le fait exclusif de certaines formes, ou si elles peuvent être provoquées dans des conditions déterminées par plusieurs espèces différentes, ou par leur mélange.

C. — Conditions biologiques des organismes qui prennent part aux phénomènes d'oxydation.

Après avoir exposé jusqu'ici les faits qui montrent l'intervention des microbes dans la décomposition des matières organiques par voie d'oxydation, il nous faut entrer plus avant dans l'étude des divers facteurs qui prennent part au phénomène.

Étant donnée l'influence bien connue du milieu extérieur sur les fonctions des êtres organisés, on peut affirmer *à priori* que l'activité et la multiplication des bactériacées dépend d'une série de conditions. Les recherches précédentes montrent déjà que l'air, l'humidité, la chaleur, la lumière et certains composés chimiques exercent la plus grande influence sur l'intensité des processus de décomposition.

Action de l'oxygène.

Relativement à l'action de l'air, les recherches de Schlœsing (59) ont montré que la nitrification dépend du volume d'oxygène fourni, mais qu'elle peut être encore importante en présence d'une quantité limitée de ce gaz. Cet auteur a fait passer à travers cinq échantillons d'un sol riche en humus (2 kilogr.) des mélanges d'oxygène et d'azote en diverses proportions. Les quantités de nitrate formées du 5 juillet au 7 novembre 1872 ont été :

	P. 100.	P. 100.	P. 100.	P. 100.	P. 100.
Proportion d'oxygène dans l'air. . . .	1.5	6	11	16	21
— de nitrate formé	45.7	95.7	132.5	162.6	246.6

La quantité d'acide nitrique croît avec le taux d'oxygène; mais elle est encore assez forte même avec une très faible proportion de ce gaz, circonstance qui s'explique peut-être par le dispositif de l'expérience. Pour fournir chaque fois d'une manière constante au sol le mélange gazeux, on le fit passer par des tuyaux qui renfermaient de petites quantités d'oxygène disponibles pour l'oxydation. En présence de trop peu d'oxygène, la nitrification s'arrête complètement; cela résulte du fait plusieurs fois constaté que, dans de pa-

reilles circonstances, l'acide nitrique du sol se trouve réduit, et aussi des observations de Boussingault et de Millon (4), montrant qu'un sol saturé d'eau, peu perméable à l'air, ne nitrifie pas. On doit donc admettre, ce qui ressort du reste encore des essais de J. Soyka (65), que la nitrification augmente en même temps que la proportion d'oxygène à partir d'un certain minimum, au-dessous duquel apparaissent les processus de réduction.

L'accès de l'air a la plus grande influence sur la production d'acide carbonique comme sur celle des nitrates. D'après les précédentes recherches de Schlœsing, le dégagement d'acide carbonique augmente avec la dose d'oxygène, mais au delà de certaines limites, dès qu'il y a 6 p. 100 de ce gaz dans l'air, le dégagement ne progresse plus avec la quantité d'oxygène et ne cesse même pas complètement si le sol est plongé dans un gaz (azote) sans action sur la décomposition des matières organiques.

Ainsi, dans des mélanges d'azote et de 0, 6, 11, 18, 21 p. 100 d'oxygène, Schlœsing a trouvé 9^{mg},3, 15^{mg},9, 16^{mg},0, 16^{mg},6, 16^{mg},0, d'acide carbonique produit par jour dans 1 kilogr. de terre.

Pour vérifier ces résultats, j'ai fait divers essais d'après le procédé que j'ai décrit plus haut. Le sol consistait en un mélange de 170 gr. de sable quartzeux, 20 gr. de tourbe pulvérisée et 30 gr. d'eau. Voici les chiffres obtenus :

ESSAI I (1881)

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air. L'air renfermait : P. 100. 100 O »	P. 100. 67 O 33 Az	P. 100. 33 O 67 Az	P. 100. 100 Az »
30 octobre	24.182	24.515	21.015	13.709
31 —	13.979	10.359	10.185	6.539
1 novembre	12.004	10.631	11.028	6.514
2 —	8.472	8.302	7.831	5.272
3 —	9.116	8.683	8.631	8.149
4 —	8.007	8.678	7.723	7.925
5 —	10.814	8,995	10.201	10.386
MOYENNE. . . .	12.368	11.452	10.945	8.356

ESSAI II (1881)

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air. L'air renfermait : P. 100.	P. 100.	P. 100.	P. 100.	P. 100.
	21 O	15 O	8 O	2 O	»
	79 Az	85 Az	92 Az	98 Az	100 Az
21 novembre. . . .	13.237	13.948	12.981	5.410	5.265
22 —	15.818	13.028	11.255	3.491	3.890
23 —	12.136	11.343	10.726	1.551	1.411
24 —	12.865	10.225	10.336	3.332	2.638
25 —	10.043	8.926	7.749	3.858	3.173
26 —	10.959	7.827	7.391	4.071	3.641
MOYENNE . . .	12.509	10.883	10.078	3.619	3.336

Dans un troisième essai, j'employai un sol de sable calcaire riche en humus. 300 gr. furent humectés avec 80 gr. d'eau distillée et traités comme les sols précédents.

ESSAI III (1881)

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air. Oxygène pur.	Air atmosphérique.
21 janvier.	40.358	39.201
22 —	111.258	115.041
24 —	147.247	107.652
25 —	97.178	79.211
26 —	64.450	67.385
27 —	74.162	69.595
28 —	73.274	76.399
MOYENNE	86.849	79.212

Pour étudier l'influence des gaz sans action sur la décomposition des matières organiques, j'ai encore installé 2 essais où furent employés, pour l'essai IV, 475 gr. de terre de compost humide à 43.47 p. 100 d'eau, pour l'essai V, soit (A) un sol de sable calcaire riche en humus (150 gr. et 40 gr. d'eau), soit (B) un mélange de sable quartzeux (180 gr.) et de tourbe pulvérisée (15 gr.) humectés par 40 gr. d'eau distillée. Ces matières, placées dans les tubes de verre en U ci-dessus décrits, furent plongées soit dans l'air atmosphérique

et l'hydrogène (IV) soit dans l'air et l'azote (V). La détermination de l'acide carbonique a donné les résultats suivants :

ESSAI IV (1880)

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air.	
	Air atmosphérique.	Hydrogène.
30 janvier	26.69	10.45
3 février	37.98	4.68
5 —	41.38	4.23
6 —	37.50	4.80
9 —	39.61	4.75
12 —	41.55	3.54
14 —	41.88	3.23
MOYENNE	38.08	5.09

ESSAI V (1881)

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air.			
	A		B	
	Air atmosphérique.	Azote.	Air atmosphérique.	Azote.
31 janvier	49.635	28.815	17.169	12.317
1 février	50.415	27.222	8.099	7.264
3 —	40.337	21.001	9.532	6.847
4 —	17.697	10.346	7.760	3.638
5 —	18.661	9.102	5.533	4.311
7 —	23.602	10.963	9.724	6.574
8 —	20.702	11.846	5.146	4.449
MOYENNE	31.578	17.042	8.995	6.486

Si l'on examine seulement les essais I et III, on voit que l'oxydation du carbone augmente avec la quantité d'oxygène en présence. Ce résultat offre au premier abord une certaine contradiction avec celui de Schlœsing qui a trouvé qu'à partir d'un certain taux d'oxygène (environ 6 p. 100) le dégagement d'acide carbonique n'augmente plus par un accroissement de la proportion de ce gaz.

Nous avons constaté dans nos essais que l'acide carbonique augmentait quelque peu jusqu'avec l'emploi de l'oxygène pur; mais cette augmentation (comme le montrent les essais I et II) n'est nullement proportionnelle à la quantité d'oxygène, puisque, à partir de

8 p. 100 d'oxygène, elle est très faible. On ne voit pas de concordance entre nos résultats et ceux de Schlœsing, peut-être parce qu'il renouvelait fréquemment le mélange pour que l'air offert au sol eût toujours la même composition et qu'il procurait par là aux matières organiques des quantités d'oxygène suffisantes pour influer plus ou moins sur l'acide carbonique dégagé.

Quant à la suppression de l'oxygène, elle a produit dans mes essais les mêmes résultats que dans ceux de Schlœsing; la formation d'acide carbonique est diminuée, mais non arrêtée quand on remplace l'air par un gaz inerte (hydrogène ou azote). Ce fait, établi aussi par les expériences de von Fodor (18), résulte, soit de ce que l'acide carbonique se dégage dans le sol en l'absence d'air, soit de ce que l'acide carbonique initial est remplacé peu à peu par l'hydrogène ou l'azote. Cette dernière hypothèse ne saurait être admise en raison des grandes quantités de gaz qui ont traversé l'appareil et la première explication semble la bonne. Dans ce cas, l'acide carbonique ne peut se former qu'aux dépens de l'oxygène des principes réductibles, tels que l'acide nitrique et les composés les plus oxygénés du fer et du manganèse : ces corps soutirent aux matières organiques une partie de leur oxygène et les amènent à un degré d'oxydation moindre.

En résumé, l'on doit conclure : 1° *que l'oxydation du carbone se fait même en l'absence d'oxygène; 2° qu'elle augmente avec la quantité d'oxygène fournie sans lui être proportionnelle, car à partir d'un certain taux (environ 8 p. 100 d'oxygène) l'augmentation est faible.*

Action de l'ozone.

Il était logique de compléter les résultats précédents en recherchant si l'ozone avait, sur les processus de décomposition, une influence plus active que l'oxygène ordinaire. Pour résoudre la question, je me servis de 300 gr. de sable calcaire riche en humus additionnés de 80 gr. d'eau; un lot fut placé dans l'air atmosphérique, un autre dans l'oxygène pur, un troisième dans l'air ozonisé, qui passait soit (*a*) à travers un flacon rempli d'essence de térébenthine, soit (*b*) à travers un vase où se trouvait une solution de permanga-

nate de potasse additionnée d'acide sulfurique. Ils produisirent les volumes suivants d'acide carbonique.

ESSAI I (1881).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air.			
	Oxygène.	Air ozonisé.		Air atmosphérique.
—	—	a	b	—
21 janvier.	40.358	43.597	41.557	39.201
22 —	111.258	112.892	112.892	115.041
24 —	147.247	81.854	102.689	107.652
25 —	97.178	46.476	64.710	79.211
26 —	64.450	90.959	59.379	67.385
27 —	74.162	66.112	50.418	69.595
28 —	73.274	70.621	47.834	76.399
Moyenne . . .	86.849	73.216	68.497	79.212

Dans un second essai, l'air fut ozonisé en le faisant passer par aspiration dans des flacons dont le fond était recouvert d'eau où plongeaient des bâtons de phosphore. Entre ces flacons et les tubes en U contenant les sols en expérience, on intercala un vase plein d'eau pour purifier l'air du nitrate d'ammoniaque dû à la présence de l'ozone. Dans un cas (A) on employa de nouveau le sable calcaire riche en humus (140 gr. avec 35 gr. d'eau), dans l'autre (B) un mélange de sable quartzeux (170 gr.), de tourbe pulvérisée (20 gr.) et de 30 gr. d'eau. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

ESSAI II (1881).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air.			
	A		B	
	Air ozonisé.	Air ordinaire.	Air ozonisé.	Air ordinaire.
—	—	—	—	—
29 novembre	45.751	52.769	12.744	11.902
30 —	26.424	36.283	16.297	18.570
1 décembre	25.784	25.234	22.443	17.982
2 —	27.483	27.502	11.062	16.323
3 —	15.245	21.779	13.291	9.221
4 —	13.311	18.944	12.271	11.228
5 —	14.616	22.898	12.247	9.751
6 —	9.691	18.401	9.145	8.611
Moyenne. . . .	22.288	27.976	13.637	12.947

Le sol avec tourbe donnant un résultat différent de ceux obtenus jusqu'alors, on dut recommencer l'essai. Le dispositif fut le même que dans l'essai II, avec cette seule différence qu'au lieu de sable calcaire riche en humus, on employa un mélange de 170 gr. de sable quartzeux, 2 gr. de fumier de cheval pulvérisé et 20 gr. d'eau. L'analyse de l'air du sol donna les chiffres suivants :

ESSAI III (1881).

A. Sable quartzeux et fumier de cheval en poudre.
B. Sable quartzeux et tourbe pulvérisée.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air. A		B	
	Air ozonisé.	Air ordinaire.	Air ozonisé.	Air ordinaire.
10 décembre	20.883	35.124	17.538	16.741
12 —	23.515	35.075	20.427	13.179
13 —	30.003	31.636	14.784	8.006
14 —	22.300	30.416	14.037	5.137
15 —	20.332	28.384	11.684	6.862
16 —	22.009	23.651	11.223	4.711
MOYENNE. . . .	23.174	30.715	14.949	9.106

L'ozone ralentit donc la destruction des matières organiques ; c'est seulement pour la tourbe que le contraire se produit. Il est difficile jusqu'à présent de donner une explication plausible de ces résultats. Il est certain que l'ozone, puissant agent d'oxydation, a diminué la formation d'acide carbonique dans des matières organiques facilement décomposables (humus du sable calcaire et fumier de cheval en poudre). Ceci ne pourrait s'expliquer qu'en admettant que l'ozone a entravé l'activité vitale des organismes qui interviennent dans la décomposition. Pour la tourbe il se peut que les combinaisons carbonées qui s'y trouvent mélangées à l'humus en quantités assez considérables soient directement attaquées par l'ozone et que ce soit la cause de l'augmentation observée dans la production de l'acide carbonique.

Action de la chaleur.

Puisque la destruction des matières organiques est liée à l'activité de certains organismes, on ne doit pas s'étonner que la chaleur joue un grand rôle dans le phénomène.

Les essais de Schlœsing sur l'oxydation de l'azote ont appris qu'elle était extrêmement faible vers 5 degrés, qu'elle devenait très sensible à 12 degrés, qu'elle atteignait son optimum à 37 degrés et cessait vers 55 degrés. L'oxydation du carbone des matières organiques est soumise à des conditions analogues. J. Möller (43) et J. v. Fodor (18) ont trouvé que le dégagement d'acide carbonique augmente en général avec la température et ne cesse pas vers 60 degrés; mais, au delà de cette limite, il semble diminuer.

Dans mes recherches sur cette question (81), j'employai d'abord le même dispositif que dans les précédents essais, avec cette seule différence que les tubes en U contenant les matières en expérience étaient plongés, non plus dans une cuve commune, mais chacun dans un vase spécial rempli d'eau. Dans ces vases, où l'eau devait avoir une température constante de 10 degrés centigrades, se trouvait un serpentin en plomb où circulait de l'eau à 5-6 degrés centigrades. La source de chaleur était une flamme de gaz munie d'un régulateur (thermostat de Soxhlet). Par ce moyen, on ne pouvait étudier que l'influence des températures supérieures à 10 degrés.

Pour le reste, on procéda exactement comme dans les recherches précédentes. Ajoutons que les essais aux diverses températures eurent lieu simultanément, et non successivement comme ceux de Möller et de v. Fodor. La quantité d'air aspirée était d'un litre.

ESSAI I (1880).

Terre de compost, 372 gr. — Taux d'eau, 44 p. 100.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR. — Températures du sol.				
	10° centigr.	20° centigr.	30° centigr.	40° centigr.	50° centigr.
7 février	1.80	7.70	21.42	27.25	48.93
9 —	1.81	14.47	45.91	47.28	84.74
11 —	5.79	24.22	41.39	53.31	95.28
MOYENNE	2.80	15.46	36.24	42.61	76.32

ESSAI II (1880).

Sable calcaire pur mélangé de tourbe pulvérisée, 458 gr. — Taux d'eau, 13.09 p. 100.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR. — Températures du sol.				
—	10° centigr. —	20° centigr. —	30° centigr. —	40° centigr. —	50° centigr. —
13 février.	4.08	5.91	18.52	35.32	46.63
16 —	6.62	15.79	25.16	35.99	38.78
18 —	5.55	12.97	18.51	24.81	41.84
MOYENNE . . .	5.42	11.56	20.73	32.04	42.42

ESSAI III (1880).

Terre de compost, 284 gr. — Taux d'eau, 6.79 p. 100.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR. — Températures du sol.				
—	10° centigr. —	20° centigr. —	30° centigr. —	40° centigr. —	50° centigr. —
21 février.	2.49	3.85	7.23	15.81	28.47
23 —	1.58	2.60	6.49	13.58	21.87
MOYENNE . . .	2.03	3.22	6.86	14.69	25.17

ESSAI IV (1880).

Terre de compost, 340gr,8. — Taux d'eau, 26.79 p. 100.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR. — Températures du sol.				
—	10° centigr. —	20° centigr. —	30° centigr. —	40° centigr. —	50° centigr. —
26 février	17.82	56.20	70.22	88.42	85.01
28 —	18.95	52.28	56.79	71.71	78.04
MOYENNE. . .	18.38	54.24	63.50	80.06	81.52

ESSAI V (1880).

Terre de compost, 397gr,6. — Taux d'eau, 46.79 p. 100.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR. — Températures du sol.				
—	10° centigr. —	20° centigr. —	30° centigr. —	40° centigr. —	50° centigr. —
4 mars	41.09	69.06	86.18	98.15	106.42
6 —	29.05	53.93	78.06	85.58	88.52
MOYENNE. . .	35.07	61.49	82.21	91.86	97.48

D'après ces chiffres, la production d'acide carbonique dans les sols augmente avec la température, d'abord proportionnellement, puis lentement.

Pour répondre à l'objection que, dans les expériences précédentes, on ne s'est pas suffisamment conformé aux conditions naturelles, en ce sens que le sol et les matières en décomposition ne sont pas en vase clos dans la nature et perdent partiellement l'acide carbonique formé, on fit de nouvelles expériences de la manière suivante :

Les sols furent placés dans de petits vases cylindriques en tôle de 15 centimètres de diamètre et 25 centimètres de hauteur, qu'on remplit jusqu'au bord ; au milieu on enfonça, jusqu'à 20 centimètres, un tuyau courbé vers le haut, dépassant le niveau du sol et muni, à la partie inférieure, d'un cylindre en treillis métallique. Ces vases furent placés dans de plus grands cylindres, de tôle aussi, ayant 27 centimètres de diamètre et 30 centimètres de profondeur, et reposaient sur un anneau de tôle de 5 centimètres de hauteur. L'espace entre les deux vases fut rempli par de l'eau qui était maintenue à des températures constantes, soit de 20 degrés et 30 degrés par le thermostat de Soxhlet, soit de 10 degrés par celui d'Andrea, soit de 0 degré par de la neige fondante, soit de — 10 degrés par un mélange réfrigérant de neige et de sel.

La quantité d'air aspirée dans chaque essai était de deux litres. Les résultats sont consignés dans les tableaux suivants :

ESSAI VI (1880).

Terre de compost, 3760 gr. — Taux d'eau, 43.13 p. 100.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR. — Températures du sol.				
	— 10° centigr.	0° centigr.	+ 10° centigr.	+ 20° centigr.	+ 30° centigr.
19 janvier. . .	1.31	1.32	2.45	4.68	9.58
21 — . . .	1.09	1.54	2.62	3.29	8.58
23 — . . .	0.55	1.22	2.23	2.77	8.67
MOYENNE .	0.98	1.36	2.43	3.58	8.94

ESSAI VII (1880).

Sable calcaire pur mélangé de tourbe en poudre, 5 760 gr. — Taux d'eau, 16.93 p. 100.

DATES.	Volume d'acide carbonique dans 1000 volumes d'air. Températures du sol.				
	— 10° centigr.	0° centigr.	+ 10° centigr.	+ 20° centigr.	+ 30° centigr.
26 janvier. . .	1.43	1.76	3.03	4.51	5.74
29 — . . .	1.21	2.42	3.96	4.39	6.91
31 — . . .	0.98	2.09	2.43	3.14	4.43
Moyenne .	1.21	2.09	3.14	4.01	5.69

Ces chiffres concordent avec les résultats des essais I-V, et montrent que *la décomposition des matières organiques, toutes circonstances extérieures égales, s'accélère d'une manière générale quand la température augmente.* Celle-ci exerce encore, jusqu'à 50 degrés (d'après mes chiffres), même jusqu'à 60 degrés (d'après les essais de Möller), une influence sensible sur le dégagement d'acide carbonique, bien que la courbe ne s'élève plus aussi vite que pour les températures moindres. D'après les courbes, le maximum d'action ne doit pas s'élever beaucoup au-dessus de 60 degrés centigrades. Il ne m'a pas semblé utile de faire des essais dans cette direction, parce que la chaleur du sol ne dépasse jamais 50 degrés et que l'emploi des températures élevées est hérissé d'une série de difficultés expérimentales à peine surmontables.

Il est digne de remarque que l'air, dans un sol fortement gelé, accuse des quantités non négligeables d'acide carbonique. Cependant, sa diminution constante dans les prises d'air successives fait supposer qu'il ne s'est pas développé dans le sol pendant l'époque de gelée, mais qu'il y existait déjà auparavant.

Möller fournit la preuve expérimentale de cette hypothèse. Il plaça 600 gr. de terre fumée dans un mélange réfrigérant de glace et de sel, et détermina l'acide carbonique contenu dans un litre de l'air du sol = 50^{mg},4. Le lendemain, le mélange réfrigérant était fondu et fut renouvelé.

La terre resta alors 10 heures gelée. Des prises d'air faites pendant ce laps de temps, la première accusa (dans un litre) 44^{mg},4, la seconde 9^{mg},6, la troisième 5^{mg},4 et la dernière seulement 0^{mg},4 d'acide carbonique. Un second essai, où Möller avait placé la même

terre dans un mélange réfrigérant, donna, pour le premier litre, 15^{mg},2, pour les deux suivants, aspirés à deux heures d'intervalle, 0^{mg},8 et 0^{mg},4, donc à peine plus qu'il n'en existe dans l'atmosphère.

Les différences dans la rapidité avec laquelle se détruisent les matières organiques, suivant la chaleur du sol, ont une grande importance pour le praticien, puisque la plupart des engrais (fumier, compost, etc.) renferment une forte proportion de principes organiques d'où les plantes tirent leur nourriture, mais seulement dans la mesure où ces principes se décomposent. L'alimentation fournie aux végétaux se montrera donc d'autant plus efficace que les engrais se détruiront plus vite, c'est-à-dire que le sol sera plus chaud, toutes circonstances égales d'ailleurs.

Action de l'humidité.

J. Möller (43) a cherché à déterminer, par divers essais, le rôle joué par l'eau dans la décomposition de la matière organique.

Dans une terre fumée qui avait été desséchée à 100 degrés, il n'y eut aucun dégagement d'acide carbonique. Mais les analyses ci-après montrent que, par la seule influence des rayons solaires, la terre peut devenir assez sèche pour que ce gaz ne s'y forme plus. Des feuilles de charme et des aiguilles de pin noir furent desséchées au soleil, et 5 gr. furent mélangés à 300 gr. de sable quartzeux desséché de la même façon.

On mit aussi en expérience 300 gr. de terre de compost séchée au soleil. Les trois sols furent placés dans des appareils tels que l'air atmosphérique ne pouvait y arriver; celui qui était introduit après les prises d'essai était dépouillé de son acide carbonique. Le tableau suivant donne les résultats exprimés en volume d'acide carbonique pour 1000 volumes d'air.

	FEUILLES.	AIGUILLES.	TERRE de compost.
13 juillet	0.87	2.60	»
14 —	0.55	0.99	4.38
16 —	»	»	2.32
20 —	0.43	0.00	0.87
21 —	0.00	»	0.00
27 —	0.00	0.00	0.00

Le dernier jour, Möller introduisit dans chaque vase 50 centim. cubes d'eau distillée, préalablement bouillie. Les dosages d'acide carbonique donnèrent alors les résultats suivants :

	FEUILLES.	AIGUILLES.	TERRE de compost.
	—	—	—
27 juillet.	5.45	1.30	4.58
28 —	1.30	0.87	9.98
29 —	28.17	7.58	26.44
30 —	36.84	10.83	20.04
31 —	49.29	13.00	21.66

Il résulte de ces chiffres que le desséchement du sol est lié à son appauvrissement en acide carbonique, tandis que l'humidité augmente le dégagement de ce gaz dans une proportion considérable.

J. v. Fodor a employé, pour ses recherches sur ce sujet, des poids égaux de sable auxquels furent intimement mélangés 5 gr. de sucre et 1 gr. d'urée; il les arrosa de quantités variables d'eau, et obtint en 24 heures les volumes suivants d'acide carbonique.

	TENEUR DU SOL EN EAU.			
	2 p. 100.	4 p. 100.	8 p. 100.	17 p. 100.
	—	—	—	—
30 mai 1877	2.0	24.0	41.0	66.0
31 —	3.0	18.6	44.7	74.1
9 juin 1877	5.0	121.4	138.0	211.4

Il est évident que l'humidité hâte la décomposition des matières organiques; mais quand l'humidité croît en progression géométrique, l'acide carbonique croît seulement en progression arithmétique. Il y a une énorme différence dans l'intensité du phénomène quand le taux d'eau passe de 2 p. 100 à 4 p. 100. Avec 2 p. 100 d'eau, il se développe à peine une trace d'acide carbonique et après un temps assez long; avec 4 p. 100 le dégagement est déjà considérable; il est 10-20 fois plus grand qu'avec 2 p. 100. Il semble suffire que l'humidité d'un sol atteigne 4 p. 100 pour que la décomposition s'y fasse presque avec pleine intensité; d'autre part, le sol n'a qu'à perdre 1-2 p. 100 pour qu'elle s'arrête.

Dans mes essais, les sols desséchés à l'air furent mélangés avec

soin et partagés en plusieurs portions de poids égal dont chacune, mise dans une capsule de porcelaine, fut malaxée avec la quantité voulue d'eau distillée et de façon à avoir une masse aussi homogène que possible.

Pour les essais I-V, on employa le dispositif décrit à la page 252, et celui de la page 270 pour les autres.

ESSAI I (1880).

Terre de compost, 284 gr., 340gr,8 et 397gr,6. — Taux d'eau, 6.79, 26.79 et 46.79 p. 100. Température du sol, 10° centigr.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1 000 volumes d'air. — Eau p. 100. 6.79	26.79	46.79
21-26 février, 4 mars	2.49	17.82	41.09
23-28 — 6 —	1.58	18.95	29.05
Moyenne	2.03	18.38	35.07

ESSAI II (1880).

Terre de compost, comme dans l'essai I. — Température du sol, 20° centigr.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1 000 volumes d'air. — Eau p. 100. 6.79	26.79	46.79
21-26 février, 4 mars	3.85	56.20	69.06
23-28 — 6 —	2.60	52.28	53.93
Moyenne	3.22	54.24	61.49

ESSAI III (1880).

Terre de compost, comme dans l'essai I. — Température du sol, 30° centigr.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1 000 volumes d'air. — Eau p. 100. 6.79	26.79	46.79
21-26 février, 4 mars	7.23	70.22	86.18
23-28 — 6 —	6.49	56.79	78.06
Moyenne	6.86	63.50	82.12

ESSAI IV (1880).

Terre de compost, comme dans l'essai I. — Température du sol, 40° centigr.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air. Eau p. 100.		
	6.79	26.79	46.79
21-26 février, 4 mars	15.81	88.42	98.15
23-28 — 6 —	13.58	71.71	85.58
MOYENNE	14.69	80.06	91.86

ESSAI V (1880).

Terre de compost, comme dans l'essai I. — Température du sol, 50° centigr.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air. Eau p. 100.		
	6.79	26.79	46.79
21-26 février, 4 mars. . . .	28.47	85.01	106.45
23-28 — 6 —. . . .	21.87	78.04	88.52
MOYENNE.	25.17	81.52	97.48

ESSAI VI (1879).

Sable quartzeux mélangé avec le quart de son volume de tourbe pulvérisée. Température du laboratoire.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air. Eau p. 100.			
	2.78	8.78	14.78	20.78
22 novembre. . . .	1.24	1.69	2.14	2.71
26 —	1.35	1.80	2.14	2.71
1 décembre. . . .	1.35	1.80	2.16	2.70
MOYENNE . .	1.31	1.76	2.15	2.71

ESSAI VII (1879).

Sable calcaire riche en humus. — Température du laboratoire.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air. Eau p. 100.			
	10.71	20.71	30.71	40.71
17 décembre. . . .	1.83	2.05	3.13	4.44
22 —	1.76	1.98	3.08	3.74
29 —	1.64	1.97	2.63	3.73
MOYENNE . .	1.74	2.00	2.95	3.97

ESSAI VIII (1880).

Sable calcaire pur mélangé avec le quart de son volume de tourbe pulvérisée.
Température du laboratoire.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1 000 volumes d'air. — Eau p. 100.			
	2.91	12.91	22.91	32.91
—	—	—	—	—
20 janvier.	1.97	2.62	4.81	8.86
24 —	1.32	2.19	4.17	9.21
Moyenne . .	1.64	2.40	4.49	9.02

Tous ces résultats sont concordants et montrent que *les matières organiques se décomposent d'autant plus vite qu'elles sont plus humides*. Ceci n'est vrai pourtant qu'à condition que l'eau n'obstrue pas les pores, de manière à entraver notablement l'accès de l'air. Au delà d'une certaine proportion, l'eau doit abaisser la production d'acide carbonique, parce que, d'après les essais rapportés ci-dessus (p. 263), la décomposition des matières organiques diminue dans la mesure où l'eau empêche l'arrivée de l'air. Le dégagement d'acide ne cesse cependant pas dans un sol saturé d'eau; mais il diminue énormément, tout à fait comme dans le cas où l'air est remplacé par un gaz inerte. La preuve de ce fait ne peut être fournie par les procédés d'aspiration employés dans les essais précédents, parce qu'en aspirant l'air, on déterminait en même temps l'ascension de l'eau contenue dans le sol. On choisit alors un dispositif par lequel de l'azote sous pression venait remplacer l'acide carbonique, formé en quelque sorte sous l'eau. Le tube destiné à recevoir le sol avait $3^{cm},5$ de diamètre et 30 centimètres de longueur; fermé à la partie inférieure et rempli environ jusqu'aux deux tiers par le sol perméable qui avait été chauffé à 100 degrés pendant 3 jours pour chasser tout l'acide carbonique, il fut ensuite imbibé d'eau bouillie jusqu'à 7 centimètres au-dessous du bord. A la partie supérieure, le tube fut hermétiquement fermé par un bouchon de caoutchouc à deux tubulures. L'une reçut un long tube de verre allant presque jusqu'au fond du sol et relié par un caoutchouc avec un gazomètre rempli d'azote. Dans l'autre passait un second tube de verre hermétiquement bouché et qui, lors des prises d'air, était mis en communication avec les tubes à baryte. Aussitôt cette installation terminée, on

envoya sous pression deux litres d'azote pour remplacer la couche d'air qui se trouvait au-dessus de l'eau, et les tubes à dégagement furent ensuite fermés jusqu'au moment des prises d'air.

ESSAI I (1880).

Tourbe de Kolbermoor (Aibling, Haute-Bavière) sous l'eau. — Température constante du sol, 30° centigr.

DATES.	VOLUME d'acide carbonique dans 1000 volumes d'air.
10 novembre	1.175
11 —	1.249
13 —	3.347
14 —	0.562
15 —	1.024
16 —	1.719
17 —	2.707
MOYENNE	1.683

Dans un second essai, on procéda de même. Mais pour pouvoir estimer en même temps la diminution provoquée par l'absence de l'air dans la formation d'acide carbonique, on fit passer pendant quelque temps à travers le sol, au lieu d'azote, de l'air atmosphérique sous pression, trois semaines après la dernière prise de gaz et on observa les dégagements suivants :

ESSAI II (1880 et 1881).

Tourbe de Kolbermoor. — Température constante du sol, 30° centigr.

DATES.	CO^2 DÉGAGÉ en l'absence de l'air.	DATES.	CO^2 DÉGAGÉ en présence de l'air.
8 décembre 1880	4.628	14 janvier 1881	7.604
9 —	0.884	15 —	2.786
10 —	1.553	17 —	6.693
11 —	2.106	18 —	2.258
13 —	1.674	19 —	1.291
14 —	0.901	20 —	2.276
15 —	1.674	21 —	2.303
16 —	0.897	22 —	1.991
17 —	2.261	24 —	8.769
18 —	4.706	25 —	6.051
21 —	0.964	26 —	15.371
22 —	1.559	27 —	6.079
23 —	1.725	28 —	3.669
MOYENNE	1.964	MOYENNE	5.165

On peut déduire de ces chiffres que *l'oxydation du carbone dans un sol complètement imbibé n'est pas arrêtée, mais elle est notablement diminuée,* comme il résulte surtout du dernier essai où la production d'acide carbonique s'est très fort accrue avec l'arrivée de l'air.

Ces faits, en accord avec les résultats des essais faits pour mesurer l'influence de l'air, c'est-à-dire de l'oxygène sur la décomposition, montrent la justesse de l'idée déjà exprimée, qu'au delà d'un certain taux, l'humidité diminue la formation d'acide carbonique par suite du manque d'oxygène.

Une humidité moyenne du sol semble des plus favorables au développement du ferment nitrique, tandis que des taux trop élevés ou trop faibles entravent l'oxydation des matières azotées. (*Voir l'Appendice, note C.*)

Une terre prise en pleine nitrification peut devenir complètement stérile par le dessèchement. De même, il ne se forme plus d'acide nitrique dans un sol saturé d'eau; au contraire, celui qui s'y trouvait se réduit.

Action de la lumière.

Pour être complet, mentionnons encore ici le fait que, d'après J. Soyka (64), la nitrification se fait moins activement à la lumière qu'à l'obscurité. De deux échantillons de sable humecté d'urine étendue, l'un fut exposé à la lumière, l'autre à l'obscurité. Pour 100 centim. cubes d'urine, l'azote trouvé sous forme de nitrate et de nitrite s'éleva :

	ESSAI I.	ESSAI II.
	Milligr.	Milligr.
A la lumière	19	110
A l'obscurité	86	360

Warington (73) obtint des résultats analogues. (*Voir l'Appendice, note D.*)

Influence de la concentration des solutions.

L'activité des micro-organismes qui interviennent dans la décomposition par oxydation est encore influencée fortement soit par la nature de la substance qu'ils ont à détruire, soit par la nature et la

quantité des matières en contact. Pour se faire une idée exacte et complète de ces influences, il faut les étudier séparément.

Si l'on commence, comme on l'a fait jusqu'ici, par la nitrification, les travaux de divers auteurs montrent que son intensité varie avec la concentration des solutions nitrifiantes et la présence des acides, bases et sels, toutes choses égales d'ailleurs.

Le degré de concentration est un facteur très important dont l'action n'est que peu influencée par l'intervention des autres, comme le prouvent les résultats des essais de J. Soyka (64).

DEGRÉ de concentration.			APPARITION de l'acide nitrique.
Urine pure	100 p. 100	dans de l'air confiné	non encore constatée après 4 mois.
— étendue à . .	50 —		— —
— —	10 —		constatée le 36ᵉ jour.
— —	1 —		— 22ᵉ —
Urine pure	100 —	à l'air libre	non encore constatée après 4 mois.
— étendue à . .	50 —		— —
— —	10 —		constatée le 7ᵉ jour.
— —	1 —		— 4ᵉ —

Dans les recherches de Warington (74), qui opérait sur des sels ammoniacaux, il fut constaté aussi que la nitrification commence toujours d'abord dans les solutions les plus étendues et qu'il existe probablement pour chacune une dose de concentration au-dessus de laquelle la formation d'acide nitrique est impossible. On peut donc hâter sensiblement la marche de la réaction ou l'arrêter tout à fait, du moins assez longtemps.

Les circonstances ici sont analogues à celles qui se présentent lorsqu'on augmente l'arrivée de l'air; on a regardé comme un facteur essentiel l'intime action réciproque entre la solution et l'air, action visée aussi naturellement dans ces questions de concentration, quoique d'une autre manière.

Influence de l'alcalinité.

Warington montra aussi que l'alcalinité a une influence dominante sur la nitrification. Dans les solutions acides, il ne se forme pas d'acide nitrique; il faut qu'il y ait une base à laquelle celui-ci se

combine. Quand toutes les bases disponibles sont neutralisées, la nitrification cesse. Une solution étendue d'urine fut laissée à elle-même sans autre addition que le ferment nitrique, elle se transforma d'abord en carbonate d'ammoniaque, que l'acide nitrique put utiliser comme base, mais qui s'épuisa avec le temps.

Le résultat de l'essai fut qu'il se forma la moitié seulement de l'acide nitrique qui aurait pris naissance dans les mêmes conditions si la solution avait contenu du carbonate de chaux et de soude ; la nitrification se poursuivit jusqu'à ce que toute l'ammoniaque fût transformée en nitrate d'ammoniaque. On peut tirer de là pour la pratique cette conclusion : les eaux de drainage ne nitrifient que s'il y a une provision suffisante de carbonate de chaux ou d'une autre base. (*Voir l'Appendice, note E.*)

D'après les recherches de Warington, il suffit d'une quantité encore faible du sel alcalin pour que déjà la nitrification soit sérieusement entravée. Le carbonate de soude commence à exercer une influence retardatrice sur le début du phénomène, quand il y en a plus de 300 milligr. par litre. Dans des solutions qui renfermaient 1 gr. de ce sel par litre, il fut impossible de provoquer la nitrification ; elle ne se fait pas non plus en présence d'un excès de carbonate d'ammoniaque. La solution la plus concentrée où ait jusqu'ici commencé la nitrification contenait une quantité de carbonate d'ammoniaque équivalente à 368 milligr. d'azote par litre.

C'est l'influence nuisible d'un excès de carbonate d'ammoniaque qui empêche les solutions concentrées d'urine de nitrifier. Des liqueurs avec chlorhydrate d'ammoniaque nitrifient en solutions bien plus concentrées que celles avec carbonate, en supposant qu'elles soient additionnées de carbonate de chaux. La nitrification s'y fait encore avec une dose de plus de 2 gr. d'azote par litre. En résumé, il résulte que la nitrification commence toujours d'abord dans la solution la plus étendue, et qu'il existe pour chacune une limite de concentration au-dessus de laquelle la nitrification est impossible.

Influence des sels sur la nitrification.

D'après les recherches de P. Pichard (51), les sulfates de potasse, de soude et de chaux exercent une influence favorable sur la nitrification. Si l'on ajoute à un sol 0.5 p. 100 de ces sels, il nitrifie énergiquement, surtout avec le gypse. En posant le pouvoir nitrifiant du gypse égal à 100, il a trouvé, pour des poids égaux de sels, les rapports suivants :

Sulfate de chaux	100.00
Sulfate de soude	47.91
Sulfate de potasse	35.78
Carbonate de chaux	13.32
Carbonate de magnésie	12.52

Sous le climat du sud de la France, la nitrification dans les sols calcaires et gypseux est surtout active dans les mois de septembre et d'octobre. Dans ce laps de temps, d'après Pichard, il y a eu en sol calcaire 26.2 p. 100, en sol gypseux 46.3 p. 100 de l'azote total nitrifié. C'est à la propriété qu'ont le gypse, le sulfate de potasse, etc., d'accélérer et de favoriser la nitrification que cet auteur attribue l'action fertilisante du gypse, de la chaux, de la marne, etc., et il recommande l'épandage de ces substances sur les sols pauvres en chaux.

J'ai cherché, par divers essais faits suivant le procédé ci-dessus (p. 252), à déterminer dans quelle mesure l'oxydation du carbone était influencée par l'addition des sels. Dans une première expérience on partagea de la tourbe et du sable calcaire riche en humus en quatre portions de 75 gr. chacune; deux furent mises à bouillir dans l'eau, deux dans de l'acide chlorhydrique étendu. Après que les échantillons eurent été lavés avec d'égales quantités d'eau distillée, ils furent desséchés à l'air. Comme il était à prévoir que l'acide chlorhydrique avait enlevé toutes les matières solubles, on humecta les échantillons traités par l'acide à l'aide de 80 centim. cubes d'une solution nutritive à 0.2 p. 100. Pour rendre les résultats comparables, on traita de la même façon les portions bouillies dans l'eau.

Voici les chiffres donnés par les analyses d'air :

ESSAI I (1881).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1 000 VOLUMES D'AIR.			
	Sable calcaire riche en humus traité		Tourbe traitée	
	par l'acide chlorhydrique.	par l'eau.	par l'acide chlorhydrique.	par l'eau.
31 janvier. . . .	26.502	54.612	»	»
1 février. . . .	3.304	36.624	4.552	40.687
3 —	10.826	62.695	9.393	55.217
4 —	7.497	50.612	7.071	33.905
5 —	8.581	48.746	11.126	13.809
Moyenne. . .	11.342	50.658	8.037	35.904

Les échantillons privés de leurs matières minérales par l'acide chlorhydrique ont fourni une quantité d'acide carbonique incomparablement plus faible que ceux qui les avaient conservées. Pour approfondir la question, on fit deux autres expériences, où on ajouta des solutions nutritives à des sols artificiels. La solution renfermait tous les aliments des plantes et contenait, par litre, 0gr,4 de tartrate d'ammoniaque ; 0gr,2 de phosphate de potasse (KH_2PO_4) ; 0gr,2 de chlorure de potassium ; 0gr,1 de sulfate de magnésie ; 0gr,1 de nitrate de chaux. La concentration de la solution était donc de 0.1 p. 100. En outre, on employa des liqueurs à 0.2 p. 100, et d'autres où manquaient soit la potasse, soit le phosphore, soit l'azote.

Dans un essai (II), le sol était formé de 400 gr. de sable quartzeux et de 4 gr. de paille de seigle pulvérisée, le tout humecté de 40 centim. cubes de la solution nutritive. Dans l'autre (III), le mélange consistait en 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de tourbe pulvérisée et 60 centim. cubes de liquide qui était pour :

N° 1, de l'eau ;
2, la solution nutritive complète à 0.1 p. 100 ;
3, — — à 0.2 —
4, la solution nutritive sans potasse ;
5, — sans azote[1] ;
6, — sans phosphore.

1. Dans cette solution, au lieu de nitrate de chaux, on a employé du phosphate acide de chaux.

Le dispositif était du reste celui décrit à la page 252.
Voici les résultats obtenus :

ESSAI II (1885).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR.					
	1	2	3	4	5	6
28 mai.	14.632	17.036	17.370	16.991	16.558	16.201
29 —.	14.984	17.915	17.623	17.187	17.517	17.623
30 —.	15.488	19.676	20.096	18.564	17.845	18.439
31 —.	16.011	22.333	22.206	20.533	18.283	19.395
1 juin.	17.915	22.017	21.863	20.518	19.328	19.561
2 —.	19.192	21.494	21.773	20.433	19.763	19.979
3 —.	17.686	20.835	21.097	20.558	18.002	20.002
5 —.	17.472	20.742	21.176	20.201	17.951	19.733
MOYENNE. . . .	16.672	20.256	20.400	19.386	18.156	18.867

ESSAI III (1885).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR.					
	1	2	3	4	5	6
9 juin.	10.459	12.191	12.983	10.996	11.324	10.710
10 —.	10.791	12.954	13.413	11.311	11.316	11.140
11 —.	8.411	10.048	11.572	9.646	8.926	8.588
12 —.	5.530	6.263	7.765	6.214	6.094	5.700
13 —.	4.534	4.864	5.262	4.818	4.706	4.701
14 —.	4.211	4.494	4.831	4.434	4.326	4.385
15 —.	3.894	4.291	4.459	4.288	3.892	4.009
MOYENNE. . . .	6.833	7.872	8.612	7.389	7.226	7.033

Ces deux essais montrent que l'oxydation du carbone des matières organiques est sensiblement augmentée par l'addition d'une solution diluée renfermant tous les principes nutritifs, sans doute parce que les micro-organismes se nourrissent et se multiplient mieux. Même les solutions nutritives incomplètes exercent une influence favorable,

quoique plus faible, sur la production de l'acide carbonique (comparer les essais 4-6 avec 2-3); ce qui s'explique par ce fait, mieux démontré plus loin, que les sels de chaux et de potasse sont favorables à la décomposition des matières organiques quand ils sont à un état de dilution suffisant.

Comme suite à ces recherches et pour appuyer les faits obtenus par d'autres expérimentateurs sur la nitrification, il s'agissait de rechercher quelle influence chaque élément minéral exerce sur la destruction des substances organiques, c'est-à-dire sur les microbes qui la provoquent. Bien que les expériences que j'ai faites dans cette direction ne puissent prétendre avoir épuisé le sujet et qu'elles aient besoin d'être complétées, elles ont pourtant fourni, sur quelques points importants en pratique, plusieurs données intéressantes qui peuvent trouver place ici.

On expérimenta l'influence des acides minéraux en humectant un mélange de 400 gr. de sable quartzeux et de 2 gr. de fumier de cheval en poudre, à l'aide de 40 centim. cubes d'acides étendus d'eau distillée, jusqu'à 0.1-0.2 p. 100, et en le comparant avec une autre portion additionnée d'eau pure. Voici les doses d'acide carbonique qui se sont produites dans les tubes en U, traités d'après la méthode indiquée à la page 252.

ESSAI IV (1885).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR.					
	EAU.	HCl à 0.1 p. 100.	HCl à 0.2 p. 100.	SO^3 à 0.1 p. 100.	AzO^5 à 0.1 p. 100.	PhO^5 à 0.1 p. 100.
18 juin.	19.506	17.161	6.523	14.939	7.836	18.718
19 —.	19.407	15.879	10.175	13.849	9.547	18.315
20 —.	19.401	15.816	13.624	12.833	11.580	18.228
21 —.	18.887	15.161	12.606	12.502	11.435	17.889
22 —.	18.375	14.856	11.428	12.333	11.156	17.204
23 —.	17.704	14.591	10.411	11.858	10.967	16.713
24 —.	17.169	14.279	9.676	11.307	10.234	16.269
25 —.	16.834	13.444	9.371	10.405	9.603	15.704
MOYENNE. . . .	18.410	15.086	10.477	12.503	10.294	17.380

Ces chiffres montrent que la décomposition des matières organiques en présence des acides minéraux, même dilués, se ralentit d'autant plus qu'ils sont plus concentrés. Il est à remarquer que l'acide phosphorique a exercé la plus faible influence dans le sens indiqué.

Pour mesurer l'action de l'alcalinité, on prit un mélange de 400 gr. de sable quartzeux et de 4 gr. de paille de seigle pulvérisée; on en imbiba une partie avec de l'eau, d'autres avec des solutions alcalines de concentration variée, et on les disposa dans des tubes en U, comme pour les essais précédents, à une température de 30 degrés centigrades. La quantité de liquide fut, pour chaque tube, de 40 centim. cubes. Voici les résultats :

ESSAI V (1885).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR.					
	EAU.	SOLUTION POTASSIQUE.				
		0.1 p. 100 (0gr,04).	0.5 p. 100 (0gr,2).	1 p. 100 (0gr,4).	2 p. 100 (0gr,8).	5 p. 100 (2gr,0).
5 février.	21.166	8.793	1.827	1.483	0.513	0.114
7 —	16.619	11.604	13.821	8.349	1.749	1.184
9 —	14.882	16.996	18.421	12.374	1.847	1.171
11 —	10.147	13.639	11.198	9.199	1.894	0.443
13 —	7.039	6.541	5.314	10.621	2.013	0.446
14 —	4.854	6.244	5.586	5.638	5.642	0.446
16 —	8.163	9.458	9.127	7.370	8.061	0.844
18 —	5.893	10.298	7.734	5.668	8.187	0.628
20 —	5.713	10.277	7.438	5.546	7.313	0.285
MOYENNE. . . .	8.099	10.493	9.260	8.059	4.994	0.609

Dans l'essai suivant, le sol artificiel était formé de 300 gr. de sable quartzeux, 5 gr. de tourbe pulvérisée et 60 centim. cubes de solution ou d'eau. Le tableau ci-après donne l'acide carbonique dégagé.

ESSAI VI (1885).

DATES.	Eau.	Volume d'acide carbonique dans 1000 volumes d'air. Solution potassique. 0gr,05	0gr,1	0gr,2
27 mars	5.839	6.840	7.742	8.584
28 —	4.808	6.089	7.329	8.056
29 —	3.677	3.959	4.017	4.407
30 —	3.396	3.341	3.507	3.955
31 —	2.899	3.179	3.291	3.735
1 avril	2.299	2.803	2.971	3.364
2 —	2.316	2.373	2.768	2.937
Moyenne. . .	3.605	4.083	4.518	5.005

On peut déduire de ces deux tableaux que la décomposition des matières organiques est favorisée par les solutions alcalines faibles, qu'elle est entravée au contraire par les solutions concentrées et proportionnellement à leur degré de concentration.

La cause de ce dernier fait ne tient pas, comme on pourrait le croire, à une combinaison avec la potasse de l'acide carbonique dégagé ; car la quantité d'acide libre suffit parfaitement à carbonater l'alcali dans un très bref délai, et l'on voit, par l'essai V, que la diminution d'acide carbonique qui se produit en présence de doses assez fortes de potasse est durable. C'est seulement pour la paille d'orge, au début de l'expérience (essai V : 5 et 7 février), que les quantités relativement faibles d'acide carbonique peuvent être attribuées à une combinaison avec la potasse. S'il n'en va pas de même pour la tourbe, c'est sans doute parce qu'elle renferme des acides libres (humique, etc.), qui s'emparent aussitôt de la potasse, tandis qu'il n'existe pas de composés analogues dans la paille d'orge fraîche.

L'action retardatrice des alcalis à doses assez fortes provient évidemment de ce qu'ils diminuent l'activité des micro-organismes et qu'ils en tuent même peut-être un certain nombre.

Quant à l'étude de l'influence des carbonates alcalins, le choix des concentrations de solutions fut déterminé par les expériences précédentes, et on n'employa que des liqueurs très diluées.

Dans l'essai VII, les tubes furent remplis par un mélange de 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de paille de seigle pulvérisée et 40 centim. cubes de solution ; dans le suivant, on employa 300 gr. de sable quartzeux, 5 gr. de tourbe pulvérisée (d'Oldenbourg) et 60 centim. cubes de solution. Les analyses de l'air aspiré ont donné les résultats suivants :

ESSAI VII (1885).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR.					
	EAU.	Solution de carbonate de potasse.		Solution de carbonate de soude.		
		0.01 p. 100 (0gr,004).	0.05 p. 100 (0gr,02).	0.05 p. 100 (0gr,02).	0.1 p. 100 (0gr,04).	0.5 p. 100 (0gr,2).
10 mars	18.531	19.931	19.986	19.259	16.459	19.328
11 —	17.229	20.734	21.260	17.341	18.590	19.266
12 —	13.177	12.807	13.005	14.996	15.117	14.622
13 —	9.645	9.965	10.816	9.861	10.537	13.319
14 —	7.596	8.471	8.488	7.717	8.325	8.877
15 —	6.592	7.263	7.157	7.485	7.989	8.652
16 —	6.252	7.077	7.072	7.469	7.635	8.180
Moyenne. . . .	11.289	12.321	12.541	12.014	12.093	13.178

ESSAI VIII (1885).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air.		
	Eau.	Solution de carbonate de potasse.	
		0gr,1	0gr,2
—	—	—	—
27 mars	5.839	7.579	10.351
28 —	4.808	7.206	8.442
29 —	3.677	4.184	4.906
30 —	3.396	3.955	4.621
31 —	2.899	3.738	4.407
1 avril.	2.299	2.975	3.924
2 —.	2.316	2.825	3.954
Moyenne	3.605	4.638	5.801

Ces chiffres prouvent que des solutions étendues de carbonates

alcalins aident à la décomposition des matières organiques, surtout quand elles sont déjà altérées (tourbe).

L'action des terres alcalines, de leurs carbonates et sulfates est diversement appréciée. Les uns leur accordent une influence favorable à la décomposition ; les autres citent des faits d'après lesquels ces substances entraveraient le phénomène, tels sont les résultats des essais installés par Wolff et par Nessler.

Le premier soumit du fumier frais, préalablement analysé, à des conditions de décomposition très différentes. Une portion fut abandonnée à l'air libre, trois autres furent mises à couvert, l'une telle quelle, la seconde avec de la chaux caustique (250 gr.), la troisième avec du gypse (200 gr. par pied cube de fumier). Au bout de 15 mois, il y avait encore les quantités suivantes, exprimées en pourcent de la teneur primitive :

	A l'air libre.	A COUVERT		
		tel quel.	avec chaux.	avec gypse.
	P. 100.	P. 100.	P. 100.	P. 100.
Fumier frais	46.9	48.8	41.1	47.6
Substance sèche. . .	34.2	42.6	»	»
Matière organique. .	25.2	33.8	44.0	40.0
Azote.	44.1	67.6	92.5	77.5
Eau	52.1	51.3	33.9	46.2

L'addition de chaux et de gypse a, d'après ces chiffres, diminué la perte en matière organique et en azote et, par suite, exercé une action retardatrice sur la décomposition.

Dans les essais de Nessler, une addition de chaux caustique à diverses matières organiques telles que de la tourbe, de la poudre d'os brute et soumise à la vapeur a eu, dans les trois premiers mois, une action diversement retardatrice sur la décomposition ; dans les neuf mois suivants, il y eut compensation ou bien augmentation d'activité, si bien qu'au bout d'un an le retard apporté par la chaux à la destruction des matières organiques ne se montrait pas encore toujours nettement.

Petersen (50) est arrivé à un autre résultat ; il a trouvé que les sels de chaux hâtaient la décomposition des matières contenant de l'humus acide. L'expérience fut faite avec une terre de forêt feuillue

de réaction très acide, dont le taux d'humus s'élevait à 58 p. 100 et à laquelle on ajouta, dans un cas 1 p. 100, dans l'autre 3 p. 100 de carbonate de chaux.

En 16 jours, des poids égaux de ce sol (20gr,6 à l'état sec) dégagèrent :

	I.		II.	
	SOL tel quel.	SOL avec 1 p. 100 de CaO, CO^2.	SOL tel quel.	SOL avec 3 p. 100 de CaO, CO^2.
Acide carbonique.	47mg,20	181mg,12	44mg,67	244mg,71

Bien qu'une partie de l'acide carbonique du sol chaulé puisse provenir de la portion du calcaire dont la chaux se combine avec les acides humiques, on constate que, même dans le cas le plus favorable, cette partie est moindre que la quantité observée dans le sol chaulé[1].

En conséquence, la décomposition des matières humiques acides est activée par leur mélange avec du carbonate de chaux. Des essais ont montré, en outre, que la nitrification a été plus intense dans la terre de bois additionnée de calcaire.

Pour voir clair dans ces divergences d'appréciation, j'ai installé une série d'essais dont les résultats devaient amener à une connaissance plus exacte des faits qui se présentent dans la nature. Dans les tubes en U on disposa, d'une part, un mélange de sable quartzeux (400 gr.) et de paille de seigle finement pulvérisée (4 gr.), additionné de 40 centim. cubes d'eau distillée (essai IX), et, d'autre part, un mélange de sable quartzeux (300 gr.) et de tourbe pulvérisée (5 gr.), additionné de 60 centim. cubes d'eau (essai X).

Ces sols reçurent diverses quantités de chaux caustique et de

1. Dans l'essai I, la quantité d'acide carbonique du calcaire ajouté est de 90mg,6 ; le sol tel quel a dégagé 47mg,2. La somme 137,8 est inférieure à la quantité d'acide carbonique qui s'est formée dans le sol chaulé. Pour l'essai II, cette quantité est, à la vérité, plus petite que celle qui existe dans le calcaire employé (271mg,8) ; mais si l'on considère que le sol chaulé a constamment développé plus d'acide carbonique que le sol ordinaire, on doit admettre que si l'on avait continué l'expérience plus longtemps, on aurait eu la même proportion que dans la première.

gypse ; l'un resta tel quel. Les chiffres obtenus sont consignés dans les tableaux suivants.

ESSAI IX (1885).

DATES[1].	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR.					
	SOL tel quel.	SOL ADDITIONNÉ DE CHAUX CAUSTIQUE.				
		0gr,04.	0gr,2.	0gr,4.	0gr,8.	2gr,0.
22 février	21.956	19.474	4.159	0.721	0.610	0.443
23 —	20.444	18.359	22.191	0.166	0.056	0.056
25 —	17.587	14.139	17.181	0.675	0.169	0.168
27 —	12.285	11.836	11.163	10.890	0.841	0.840
1 mars	11.742	11.170	10.895	12.072	1.014	0.449
3 —	11.101	6.956	6.728	15.669	0.448	0.335
5 —	4.488	3.007	3.236	7.318	0.340	0.341
7 —	4.241	2.658	2.999	7.184	0.169	0.169
MOYENNE	12.981	10.949	9.819	6.837	0.456	0.350

1. Les jours où l'on n'a pas fait de dosage, l'on a enlevé par aspiration un litre d'air dans chaque vase.

ESSAI X (1885).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR.					
	SOL tel quel.	SOL AVEC CHAUX CAUSTIQUE.			SOL AVEC GYPSE.	
		0gr,05.	0gr,1.	0gr,2.	0gr,05.	0gr,1.
16 avril	4.742	4.742	4.854	5.247	4.291	4.233
17 —	4.999	5.166	5.511	6.238	4.939	4.368
18 —	3.898	4.233	4.572	4.801	3.556	3.046
19 —	3.419	3.536	3.641	3.807	3.023	2.297
20 —	2.622	2.886	3.612	3.336	2.507	2.286
21 —	2.006	2.280	2.671	2.837	2.111	2.000
22 —	1.954	2.152	2.399	2.511	2.006	1.784
23 —	1.915	2.000	2.252	2.421	1.799	1.688
MOYENNE	3.194	3.374	3.614	3.902	3.029	2.713

La chaux caustique a donc diminué la production d'acide carbo-

nique dans les matières organiques non décomposées (paille de seigle), elle l'a au contraire augmentée dans les substances déjà altérées (tourbe); pour celles-ci, le gypse a ralenti la décomposition.

Les résultats relatifs à la paille tiennent surtout à une action spécifique de la chaux, et pas seulement à une combinaison de l'acide carbonique avec cette chaux; car les quantités d'acide perdues par cette voie ne sont pas assez grandes pour expliquer la diminution de production de l'acide carbonique dans l'essai en question. Le sol tel quel a dégagé, pendant la durée de l'essai, au moins 596^{mg},8 d'acide carbonique, étant donné qu'à chaque dosage on a extrait 2 litres et, entre les dosages, 7 litres. Pour saturer 0,04, 0,2, 0,4, 0,8 et 2 gr. de chaux, il faut respectivement 18, 90, 180, 360 et 540 milligr., ou, en rapportant à 596,8, 3,0, 15,1, 30,2, 60,4 et 90,6. La diminution dans l'acide carbonique est, p. 100, de 15.7, 23.6, 47.3, 96.3 et 97.3. Il résulte immédiatement de là que, dans l'essai IX, les chiffres obtenus pour la chaux ne peuvent pas être dus seulement à une combinaison de l'acide carbonique dégagé.

On pénètre plus avant dans l'influence de la chaux non encore suffisamment éclaircie par les essais précédents en se reportant aux résultats d'expériences faites par moi en 1880-1882, suivant un autre procédé.

Les sols furent placés dans des cylindres en tôle de 0^{m},50 de hauteur, de 1 000 centim. carrés de section, qui furent remplis de la même manière autant que possible. Chaque vase fut muni d'un tube en tôle, de 0^{m},30 de longueur, recourbé vers l'extérieur, fermé par un bouchon de caoutchouc et destiné à permettre à l'occasion l'écoulement de l'eau qui, par les grandes pluies, aurait pu se rassembler au fond. Les cylindres furent laissés à l'air libre dans une caisse en bois de 0^{m},50 de hauteur. La distance entre les vases et les parois de la caisse était de 30 centimètres, et cet espace était rempli de terre jusqu'au bord de la caisse pour obtenir artificiellement l'échauffement latéral des sols à l'essai. Ceux-ci se composaient de lehm, de sable quartzeux, de sable calcaire, mélangés au quart de leur volume avec de la tourbe pulvé-

risée, et enfin de tourbe pure en gros grains (de Schleisheim, près Munich).

Le remplissage des vases se fit au premier printemps de 1880; les sols restèrent à l'air pendant l'hiver et furent analysés en 1881.

La quantité de chaux caustique en mélange fut toujours de 614 gr. pour 50 litres de sol et (si on la rapporte au poids des sols séchés à l'air) de 1 p. 100 (lehm), 0.8 p. 100 (sable quartzeux), 0.9 p. 100 (sable calcaire) et 3.5 p. 100 (tourbe). L'air aspiré d'une profondeur de 0m,30 renfermait les doses suivantes d'acide carbonique :

ESSAI XI *a* (1880).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1 000 volumes d'air extrait.							
	LEHM + un quart de son volume de tourbe		SABLE quartzeux + un quart de son volume de tourbe		SABLE calcaire + un quart de son volume de tourbe		TOURBE	
	avec chaux.	sans chaux.	avec chaux.	sans chaux.	avec chaux.	sans chaux.	avec chaux.	sans chaux.
23 avril	0.223	2.791	0.223	3.678	0.208	3.929	0.139	6.729
5 maj.	0.111	2.458	0.000	1.564	0.169	1.857	0.788	3.154
15 —	0.560	4.032	0.449	2.412	0.452	3.385	0.225	4.290
26 —	0.451	4.338	0.180	2.993	0.284	3.861	0.453	4.956
4 juin	0.511	4.127	0.340	2.214	0.399	3.745	1.024	4.269
15 —	0.337	3.824	0.056	1.576	0.000	4.017	1.581	2.608
28 —	1.002	3.903	0.111	2.230	0.392	2.797	4.186	4.713
7 juillet	0.171	4.958	0.302	3.188	0.766	4.172	3.285	5.675
19 —	0.515	4.688	2.104	3.780	1.035	4.540	6.504	6.849
31 —	0.283	4.392	1.358	3.726	1.188	4.868	4.698	5.987
14 août	0.283	3.683	0.850	2.209	0.627	3.358	3.018	4.501
31 —	0.508	2.791	1.620	1.849	1.521	2.250	2.809	3.664
15 septembre	1.068	2.691	1.684	1.681	1.300	2.087	2.938	3.050
27 —	0.981	2.184	1.687	1.689	1.154	2.529	2.460	2.248
MOYENNE	0.500	3.638	0.783	2.481	0.674	3.385	2.439	4.477

ESSAI XI *b* (1881).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air extrait.							
	LEHM + un quart de son volume de tourbe		SABLE quartzeux + un quart de son volume de tourbe		SABLE calcaire + un quart de son volume de tourbe		TOURBE	
	avec chaux.	sans chaux.	avec chaux.	sans chaux.	avec chaux.	sans chaux.	avec chaux.	sans chaux.
19 avril	2.227	2.341	2.069	1.839	1.561	2.175	2.453	2.118
2 mai	1.478	1.317	1.028	0.914	0.997	1.671	2.096	1.806
17 —	1.549	1.825	1.274	1.055	1.229	1.727	1.948	1.771
2 juin	2.338	2.836	1.605	1.668	1.450	3.772	2.861	2.207
17 —	2.105	2.254	1.543	1.609	2.615	4.969	3.259	3.007
4 juillet	3.985	3.382	2.719	3.249	4.268	4.192	4.967	4.564
16 —	4.192	3.569	3.485	2.649	4.376	4.105	5.617	5.257
2 août	4.081	3.438	3.037	2.546	3.622	3.482	5.408	5.331
17 —	2.361	2.003	2.124	1.935	2.790	2.644	3.434	3.286
1 septembre	2.418	2.404	1.780	2.201	4.312	3.191	3.605	3.472
15 —	2.424	2.441	2.048	1.537	3.627	2.964	2.918	2.802
3 octobre	1.626	1.485	1.415	1.355	2.121	2.055	2.396	2.286
MOYENNE	2.581	2.699	2.011	1.879	2.747	3.079	3.418	3.159
Moyenne du 19 avril au 17 juin	1.939	2.015	»	»	1.570	2.863	»	»
— du 4 juillet au 3 octobre	3.012	2.674	»	»	3.588	3.233	»	»
— du 19 avril au 4 juillet	»	»	1.706	1.721	»	»	»	»
— du 16 juillet au 3 octobre	»	»	2.315	2.037	»	»	»	»

A cause de la lenteur de décomposition de la tourbe, j'employai l'année suivante, en 1882, des matières plus facilement décomposables (du fumier de cheval pulvérisé) et, outre la chaux caustique, j'y mélangeai du carbonate de chaux chimiquement pur. Pour étudier encore la manière d'être des corps humiques naturels vis-à-vis des deux sels calcaires, j'expérimentai aussi sur du sable calcaire humifère non fumé et sur de la tourbe. La quantité de chaux ajoutée était de 500 gr.; celle du carbonate de chaux, de 660 gr. Les vases étaient ceux de l'essai précédent; on se rappelle qu'ils contenaient 50 litres.

Les résultats des dosages d'acide carbonique dans l'air extrait des sols sont consignés ci-après :

ESSAI XII (1882).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR DU SOL.											
	SABLE CALCAIRE humifère fumé avec du fumier de cheval.			SABLE CALCAIRE pur fumé avec du fumier de cheval.			SABLE CALCAIRE humifère non fumé.			TOURBE non fumée.		
	Rien.	Chaux.	Calcaire.	Rien.	Chaux.	Calcaire.	Rien.	Chaux.	Calcaire.	Rien.	Chaux	Calcaire.
19 avril	18.472	0.027	19.201	11.228	0.951	12.218	1.888	0.152	1.791	2.128	0.657	2.896
16 mai.	13.775	0.163	13.102	8.771	0.501	8.694	2.580	0.608	3.258	2.714	0.137	2.744
26 —	17.612	0.170	18.135	12.594	0.085	11.950	4.525	0.067	4.303	4.929	0.143	4.501
14 juin	13.231	24.128	9.428	7.444	1.021	6.540	3.045	0.078	3.535	1.911	1.335	1.651
27 —	18.354	26.472	15.961	11.991	2.965	11.513	6.386	14.139	6.389	5.441	4.245	5.439
10 juillet	18.656	20.881	17.157	12.395	18.507	12.145	5.341	3.742	5.262	4.374	3.781	4.051
24 —	16.642	13.889	16.951	10.426	13.444	10.255	6.780	5.214	6.777	4.636	4.588	3.367
7 août	10.055	5.932	7.968	4.707	5.834	4.563	3.776	3.686	3.220	2.592	2.109	2.557
28 —	8.255	4.222	7.253	3.991	2.922	5.279	3.347	2.285	3.419	2.334	2.314	2.389
11 septembre . .	8.039	3.825	7.132	2.803	3.163	3.729	3.285	1.837	3.236	2.764	2.248	2.711
22 — . .	6.023	3.195	5.548	2.028	1.898	2.674	2.778	1.528	2.360	1.688	1.885	1.914
MOYENNE. . .	13.556	9.358	12.531	8.084	4.663	8.142	3.971	3.021	3.959	3.228	2.126	3.111

Si l'on examine de près les chiffres ci-dessus, on reconnaît d'abord que la destruction des matières organiques non décomposées (Essai IX) est entravée par la chaux caustique. Elle paraît s'accélérer au contraire dans ces conditions, s'il s'agit de substances déjà en décomposition (Essais X, XI *b* et XII). L'addition de chaux a ici pour conséquence presque générale d'abord une disparition plus ou moins complète de l'acide carbonique qui se combine à la chaux (Essai XI *a*). Après un temps plus ou moins long (Essais XI *b*, XII), les progrès de la décomposition se manifestent par l'augmentation du taux d'acide dans l'air du sol, augmentation qui dure peu et qui fait place à une diminution progressive dans le dégagement de ce gaz (Essai XII).

Si l'on compare les chiffres relatifs à la production de l'acide carbonique en présence de la chaux, dans les conditions données, ils ne montrent, à peu d'exceptions près, que des différences relativement faibles, ce qui prouve que l'action de la chaux sur la décomposition des matières organiques dans des cas favorables n'est pas très efficace ou, du moins, est beaucoup plus faible qu'on ne l'admet d'ordinaire

Quant au carbonate de chaux, les essais précédents ne laissent pas apparaître qu'il ait une influence sensible sur le dégagement d'acide

carbonique; en le mélangeant à des matières organiques peu ou très décomposées, on n'observe généralement pas de changement dans la marche du gaz.

L'action favorable de la chaux sur la décomposition des matières organiques déjà altérées repose sur ce fait que les acides humiques, à mesure de leur formation, se combinent à la chaux et que ces combinaisons, comme on l'a souvent admis, se détruisent plus facilement que les acides non combinés. Pour vérifier la justesse de cette hypothèse, j'ai pris de la tourbe de Kolbermoor (près d'Aibling, Haute-Bavière), ayant un faible taux de cendres, et je l'ai arrosée avec une solution de potasse moyennement concentrée pour avoir une solution d'acide humique. Celle-ci, fortement colorée, fut séparée par filtration en deux portions, dont l'une fut incorporée au sol sous forme d'acide humique non combiné, et l'autre fut employée à former de l'humate de chaux qu'on obtint en ajoutant du chlorure de calcium à la solution renfermant l'humate alcalin. Les précipités furent lavés sur filtre à l'eau distillée chaude, séchés et pesés. On détermina la teneur en chaux de l'humate et on prit pour les essais des portions de ces deux composés renfermant même quantité d'acide humique. On mélangea 86 gr. de sable quartzeux avec 11gr,465 d'humate de chaux, correspondant à 10gr,483 d'acide humique, et on mouilla avec 5 gr. d'eau (XIII *a*). Comme cette quantité d'eau était insuffisante, on ajouta 10 gr. d'eau (XIII *b*).

Le dispositif fut celui qui a été décrit p. 252; seulement les tubes en U étaient de plus petites dimensions que ceux employés précédemment, et les quantités d'air extraites n'étaient plus de 2 litres, mais d'un demi-litre.

Le tableau suivant donne les résultats.

ESSAI XIII *a* (1880).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1 000 volumes d'air extrait.	
	Humate de chaux.	Acide humique.
—	—	—
8 décembre	15.098	5.271
9 —	9.490	3.978
10 —	7.212	4.006
MOYENNE	10.600	4.418

ESSAI XIII *b* (1880).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1 000 volumes d'air extrait.	
	Humate de chaux.	Acide humique.
—	—	—
13 décembre	25.681	5.367
14 —	23.333	5.405
15 —	17.877	15.878
16 —	16.208	9.663
18 —	11.453	9.013
20 —	17.762	10.601
21 —	13.672	8.419
22 —	12.394	9.888
23 —	10.486	5.948
24 —	12.432	9.314
Moyenne	16.129	8.949

L'humate de chaux se détruit donc bien plus vite que l'acide humique pur. Par là s'explique l'action favorable exercée par la chaux, dans les précédents essais, sur la décomposition des matières organiques. La fixation de la chaux par les acides organiques ne se fait pas naturellement tout d'un coup, mais peu à peu dans la mesure où cette base est dissoute par l'eau du sol et se répand dans sa masse. La répartition et la quantité des matières organiques dans le sol semblent être aussi de première importance pour l'action de la chaux. Quand ces éléments (fumier d'étable, litière de tourbe, etc.) sont incorporés artificiellement aux sols en expérience, ils s'y trouvent plus ou moins irrégulièrement répartis ; là très abondants, ici moins, ailleurs manquant complètement. Il va de soi qu'il y a là un obstacle à l'action de la chaux. Elle influe plus activement sur la décomposition des matières humiques existant naturellement et également réparties dans le sol que sur celles des substances d'origine organique qui y sont artificiellement mélangées (Essais XI et XII).

Pour entrer plus avant dans la question, il m'a paru bon de rechercher dans quelle mesure le nitrate de soude influe sur la destruction des matières organiques. Dans ce but, on remplit les tubes en U des essais précédents avec un mélange de 400 gr. de sable quartzeux et 2 gr. de fumier de cheval en poudre, préalablement

humecté de 40 centim. cubes d'eau ou d'une solution de nitrate de soude diversement concentrée. Voici les résultats des dosages :

ESSAI XIV (1885).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1 000 VOLUMES D'AIR.					
	EAU.	SOLUTION DE NITRATE DE SOUDE A :				
		0.05 p. 100 (0gr,2).	1 p. 100 (0gr,4).	5 p. 100 (2 gr.).	10 p. 100 (4 gr.).	20 p. 100 (8 gr.).
12 juillet	17.165	20.418	19.786	16.551	12.740	2.387
13 —	17.991	19.592	19.314	11.789	9.807	7.515
14 —	18.275	19.360	18.446	10.908	8.789	6.910
15 —	17.312	18.951	17.766	10.266	4.711	4.483
16 —	15.075	16.719	15.421	8.671	4.251	3.794
17 —	14.607	15.961	14.891	7.505	3.978	3.274
18 —	14.136	15.284	14.295	7.287	3.471	2.802
MOYENNE. . . .	16.366	18.041	17.131	10.245	6.821	4.452

De ces chiffres on peut conclure que des solutions diluées de nitrate favorisent la décomposition, tandis que des liqueurs concentrées la ralentissent, et cela proportionnellement à leur degré de concentration. On ne peut indiquer exactement la raison du premier point, parce qu'elle peut tenir soit à une désoxydation partielle de l'acide nitrique amenant une augmentation d'oxygène, soit à une plus grande activité des micro-organismes due à une meilleure nutrition. Le second fait concorde avec l'observation précédente que des solutions salines concentrées diminuent sensiblement l'énergie vitale des microbes, que le sel ait une influence spécifique sur leur activité ou qu'il soit sous ce rapport complètement indifférent. Ceci est prouvé d'une manière éclatante par les essais suivants. Dans l'un on a humecté 300 gr. de sable calcaire riche en humus soit avec 80 centim. cubes d'eau, soit avec une égale quantité d'une solution saturée (à 10 degrés centigrades) de chlorure de potassium ou de nitrate d'ammoniaque (XV); dans l'autre, le sol consistait en un mélange de 400 gr. de sable quartzeux et 2 gr. de fumier de cheval en poudre, qui reçut soit 40 centim. cubes d'eau, soit une égale quantité de solutions de sel marin diversement concentrées (XVI).

Les chiffres obtenus, toujours par le même manuel opératoire, sont les suivants :

ESSAI XV (1881).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1 000 volumes d'air. Eau.	Chlorure de potassium. Solution saturée.	Nitrate d'ammoniaque. Solution saturée.
14 janvier.	22.133	7.466	6.416
15 —	41.843	8.296	8.064
17 —	56.483	20.233	10.695
18 —	50.869	18.192	8.537
19 —	38.500	14.175	6.769
MOYENNE.	41.966	13.672	8.096

ESSAI XVI (1885).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1 000 VOLUMES D'AIR.					
	EAU.	SOLUTION DE SEL MARIN A :				
		0.5 p. 100 (0gr,2).	1 p. 100 (0gr,4).	5 p. 100 (2 gr.).	10 p. 100 (4 gr.).	20 p. 100 (8 gr.).
1 juillet	18.799	17.477	12.702	11.963	5.753	0.797
2 —	15.919	15.401	10.048	8.298	6.318	0.564
3 —	18.025	15.662	11.114	8.591	7.859	2.076
4 —	18.635	16.253	11.685	10.165	8.467	2.709
5 —	17.599	14.948	10.601	9.304	7.776	1.748
6 —	15.997	13.905	9.669	8.598	6.614	1.808
8 —	21.166	20.477	15.368	8.309	6.075	2.925
9 —	14.631	11.982	7.881	5.177	3.544	1.575
10 —	14.282	11.738	7.564	3.725	3.160	1.579
MOYENNE. . . .	17.228	15.316	10.737	8.237	6.174	1.753

Donc des solutions salines concentrées ralentissent d'autant plus la décomposition des matières organiques que leur degré de concentration est plus élevé.

Influence de l'acide carbonique.

Enfin, on pourrait admettre que l'acide carbonique formé exerce aussi une action défavorable sur l'activité des micro-organismes quand son taux dépasse certaines limites. Les résultats suivants mili-

tent en faveur de cette opinion. Quatre portions de sable quartzeux (380 gr.), humectés avec 40 gr. d'eau, ont été mélangées respectivement à 5, 10, 15 et 20 gr. de fumier de cheval en poudre et traitées suivant la méthode décrite à la page 252.

Le dégagement d'acide carbonique eut lieu comme il suit :

ESSAI XVII (1881).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air.			
	5 gr.	10 gr.	15 gr.	20 gr.
29 octobre	47.433	53.096	57.733	61.073
30 —	37.784	53.646	55.253	59.430
31 —	41.675	57.136	60.241	57.831
1 novembre	36.079	53.599	53.681	57.475
2 —	40.956	54.293	55.555	53.706
3 —	42.075	52.961	57.127	58.785
MOYENNE	41.000	54.112	56.598	57.550

En recommençant cette expérience, on obtient les chiffres suivants :

ESSAI XVIII (1881).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air.			
	5 gr.	10 gr.	15 gr.	20 gr.
4 novembre	17.260	32.159	36.529	40.568
5 —	26.694	40.921	46.830	47.358
7 —	30.368	52.637	56.892	51.411
8 —	23.118	41.700	46.729	52.646
9 —	25.615	43.711	49.228	52.631
10 —	25.080	43.030	52.116	61.954
MOYENNE	24.689	42.359	48.054	51.098

L'acide carbonique augmente donc en général dans l'air du sol avec la quantité de matières organiques, mais quand elle dépasse certaines limites (15 gr.), il reste à peu près constant. Ce fait ne tient pas du tout à ce qu'il n'y a pas assez d'oxygène pour la décomposition, puisqu'en défalquant de l'air contenu dans les vases le volume d'acide carbonique formé, il reste encore une quantité d'air surabondante ; il faut l'attribuer aux propriétés antiseptiques de cet acide, démontrées par les essais de H. Kolbe (32). Si l'air devient

trop riche en acide carbonique, l'activité des microbes et, par suite, l'oxydation du carbone diminuent. Il en résulte que la teneur du sol en matières organiques n'est pas exprimée par les quantités d'acide carbonique qui s'y forment quand ces matières s'y trouvent en excès. (*Voir l'Appendice, note K.*)

D. — Les diverses substances organiques ne se décomposent pas avec la même facilité.

La décomposition des matières organiques dépend aussi, en dehors des facteurs dont il vient d'être parlé, de leur composition chimique et de leur état physique. J'ai d'abord cherché à déterminer l'influence de l'état de division en expérimentant soit sur de la tourbe pulvérisée, divisée par des tamisages en lots de plusieurs grosseurs et mélangée à du sable quartzeux, soit sur de la paille de pois pulvérisée, ou hachée en fragments longs de 1 ou de 5 centimètres et mêlée à du sable calcaire riche en humus.

Dans le premier cas, le dispositif adopté fut celui décrit à la page 252 ; dans l'autre, on opéra comme pour les essais XI et XII.

Le sol consistait, pour l'essai I, en un mélange de 370 gr. de sable quartzeux, 40 gr. de tourbe pulvérisée et 75 gr. d'eau ; pour l'essai II, en ces mêmes substances, arrosées seulement de 40 gr. d'eau au lieu de 75. Dans un cylindre en tôle de 50 litres se trouvait le sol de l'essai III (61 kilogr. de sable calcaire), placé à l'air libre et auquel on mélangea 383 gr. de paille de pois en fragments d'égale longueur.

Voici les quantités d'acide carbonique qui se formèrent :

ESSAI I (1880).

	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1 000 volumes d'air. — Grain de la tourbe.			
	0,0-0mm,25	0,25-0mm,50	0,5-1 millim.	1-2 millim.
19 novembre	17.039	11.984	13.820	9.683
20 —	21.257	21.098	18.468	16.603
22 —	18.347	17.092	21.419	18.606
23 —	11.634	11.745	9.105	10.202
Moyenne	17.069	15.682	15.703	13.773

ESSAI II (1880).

	Volume d'acide carbonique dans 1 000 volumes d'air. — Grain de la tourbe.			
	0,0-0mm,25 —	0,25-0mm,50 —	0,5-1 millim. —	1-2 millim. —
1er décembre	69.875	53.465	47.104	50.413
2 —	53.520	49.739	38.843	39.132
3 —	40.217	41.804	33.208	34.908
Moyenne	54.537	48.336	39.718	41.484

ESSAI III (1881).

	Sol	Sol avec paille de pois		
	sans paille. —	pulvérisée. —	en fragments de 1 centim. —	en fragments de 5 centim. —
19 avril	3.375	19.743	22.574	19.666
2 mai	2.519	12.032	13.390	13.644
17 —	2.476	9.984	11.271	11.413
2 juin	5.687	16.659	17.599	15.823
17 —	4.023	14.053	10.902	10.203
6 juillet	6.434	14.268	14.801	11.483
18 —	5.226	12.411	14.085	9.745
2 août	5.154	11.117	11.326	11.466
18 —	4.256	7.155	9.227	10.184
2 septembre	3.828	5.167	7.795	7.289
16 —	3.197	5.681	7.091	8.631
4 octobre	2.382	3.777	4.635	5.502
Moyenne	4.046	11.004	12.058	11.254

Il résulte de ces chiffres qu'en général la décomposition augmente avec l'état de division de la matière. La paille de pois en poudre fait exception ; elle développe moins d'acide carbonique que celle qui est en fragments de 1 centimètre ; sans doute parce que celle-ci permet une meilleure aération du sol que la substance en poudre, se logeant plus facilement dans les interstices et formant un tout plus compact. (*Voir l'Appendice, note F.*)

Les expériences sur l'aptitude des diverses matières organiques à se décomposer furent faites d'après le procédé décrit à la page 252. Les substances employées étaient des engrais d'origine végétale ou

animale et des matières utilisées comme litière. Puisqu'il était démontré que le degré de finesse exerce une influence non négligeable sur la production de l'acide carbonique, les matières furent broyées dans un moulin muni d'un cône cannelé et réduites en poudre aussi homogène que possible. Pour déterminer le poids à prendre, on s'inspira des résultats des essais XV et XVI, qui montrent qu'avec un taux élevé de matière organique la décomposition est entravée par l'acide qui se dégage en trop forte proportion. On ne pouvait avoir de données exactes que par l'emploi de quantités relativement faibles. Le choix de l'unité à prendre comme base présentait certaines difficultés, parce que les substances en question, à cause de leur densité extrêmement différente, renferment, à poids égal, des quantités très différentes aussi de matière organique ; et, pour pouvoir faire des comparaisons, on ne pouvait employer des poids égaux. J'ai alors pris comme unité, dans l'appréciation des aptitudes relatives des matières pour la décomposition, un poids correspondant à 1 gr. de carbone.

Dans les diverses substances on rechercha donc le taux de carbone d'après les procédés ordinaires et on en déduisit le poids à prendre pour l'expérience. Cette portion ainsi pesée fut, pour tous les essais, intimement mélangée dans une capsule de porcelaine à 400 gr. de sable quartzeux pur et à 50 centim. cubes d'eau, puis, aussitôt, placée dans les tubes en U. On arriva de cette façon à obtenir l'égalité de tous les facteurs extérieurs de la décomposition dans des essais tout à fait comparables. Afin de rendre également comparables les résultats obtenus aux divers moments, il n'y avait qu'à laisser le même intervalle entre chaque prise d'essai.

Pour cela, le mélange des substances et le remplissage des tubes se faisait toujours de 8 à 10 heures du matin ; les tubes restaient juste 24 heures dans un bain d'eau à 30 degrés centigrades, puis la première extraction d'air, à la dose de deux litres, se faisait dans l'espace de 2 heures, donc toujours de 10 heures à midi. Tous les jours on opérait de la même façon. Cette manière de faire permettait évidemment d'établir entre les diverses matières expérimentées une comparaison rigoureuse au point de vue de l'aptitude à la décomposition. Les tableaux suivants indiquent, d'une

part, le calcul de la quantité employée pour chaque matière et, de l'autre, l'acide carbonique qu'elle dégage dans les conditions données.

Taux de carbone des substances séchées à l'air et leur poids calculé pour 1 gr. de carbone.

DÉSIGNATION DES MATIÈRES. —	TAUX de carbone. — P. 100.	POIDS contenant 1 gr. de carbone. — Gr.
1. Fumier de cheval moyennement décomposé . .	39.73	2,51
2. Fumier de vache frais.	24.16	4,14
3. — vieux de 8 semaines	30.27	3,33
4. — — 12 —	8.44	11,85
5. — — 20 —	34.51	2,89
6. Fumier de mouton frais	35.94	2,78
7. — moyennement décomposé . .	37.05	2,69
8. Fumier de porc frais	30.09	3,32
9. Fumier de poule	33.16	3,01
10. Fumier de pigeon.	29.49	3,39
11. Fumier d'oie.	43.43	2,30
12. Paille de seigle d'hiver	43.36	2,30
13. — d'été	41.95	2,38
14. Paille d'avoine.	39.97	2,50
15. Paille d'orge.	41.43	2,41
16. Paille de blé de printemps	42.54	2,35
17. Paille de maïs	40.74	2,45
18. Paille de féverole.	39.84	2,51
19. Paille de pois	40.75	2,45
20. Fanes de pomme de terre	34.73	2,88
21. Feuilles de chêne.	43.20	2,31
22. — de hêtre	49.22	2,03
23. Aiguilles d'épicéa.	45.41	2,20
24. — de pin	48.22	2,08
25. Sciure d'épicéa.	44.12	2,27
26. Tourbe de Cunrau : de 10,5 à 36,8 de profondeur.	40.03	2,49
27. — 42,1 à 73,6 —	43.09	2,32
28. — 78,9 à 115,7 —	43.25	2,30
29. Tourbe de Donaumoos prise de 0,0 à 0,20 de profondeur	40.12	2,49
30. Tourbe de Donaumoos prise de 0,2 à 0,5 de profondeur	42.64	2,34
31. Tourbe de Donaumoos prise de 0,5 à 0,8 de profondeur	42.80	2,33
32. Tourbe de Donaumoos prise de 0,8 à 1,1 de profondeur	44.05	2,27

DÉSIGNATION DES MATIÈRES. —	TAUX de carbone. — P. 100.	POIDS contenant 1 gr. de carbone. — Gr.
33. Tourbe de Donaumoos prise de 1,1 à 1,4 de profondeur	45.24	2,21
34. Féveroles : tiges	43.27	2,31
35. — feuilles	38.52	2,59
36. — gousses	42.10	2,38
37. — racines	41.99	2,38
38. Soja : tiges	41.08	2,43
39. — feuilles	38.42	2,60
40. — gousses	40.52	2,46
41. — racines	39.38	2,54
42. Seigle d'hiver : chaumes	43.05	2,32
43. — feuilles	42.10	2,37
44. — épis	43.14	2,32
45. Sang desséché et pulvérisé	45.95	2,18
46. Poudre de viande (*Fray Bentos*)	37.59	2,66
47. Poudre d'os, soumise à la vapeur	9.24	10,82
48. Poudre de cuir, soumise à la vapeur	47.90	2,09
49. Cuir en poudre brut	48.82	2,05
50. Poudre de corne soumise à la vapeur	45.34	2,25
51. — brute	45.40	2,20
52. Guano de poisson	27.52	3,63
53. Guano du Pérou	16.67	5,99

Voici quelques renseignements sur l'origine des substances mises en expérience. Les fumiers (nos 1 à 8) provenaient de la ferme de l'École d'agriculture de Triesdorf, près d'Ansbach, et ont été prélevés par mon préparateur, le Dr Wagner[1]. Les excréments des oiseaux domestiques ont été recueillis à Munich. Les pailles (nos 12 à 20) et les diverses parties végétales (nos 34 à 44) provenaient de plantes qui avaient crû, en 1882, dans le champ d'expériences de Munich et dans des conditions identiques. La couverture de forêt (nos 21 à 24) a été prise dans les forêts de Hirsch à Planegg, près Munich ; elle ne comprenait que des feuilles de la dernière chute, qui furent aussitôt desséchées à une température convenable, pulvérisées et conservées comme les autres matières dans des vases her-

1. Le fumier de vache vieux de 12 semaines avait été mélangé avec une grande quantité de sable ; ainsi s'explique sa faible teneur comparée à celle des autres fumiers.

métiquement clos. Je dois la tourbe de Cunrau à M. Rimpau, celle de Donaumoos à M. Scherm, de Karlshud en Donaumoos.

Les engrais (n[os] 45 à 47) ont été empruntés à la colletion de l'Institut agronomique de Munich; les n[os] 48 à 51 ont été préparés au laboratoire. Les déchets bruts de cuir et de corne ont été broyés au moulin; d'autres échantillons furent soumis à l'action de la vapeur d'eau pendant 6 heures, à une pression de 3 atmosphères. Le guano de poisson m'a été procuré par le professeur Märcker, de Halle, et le guano brut du Pérou par M. Ohlendorff, de Hambourg.

La décomposition de ces matières a donné lieu au dégagement des quantités d'acide carbonique ci-dessous mentionnées :

TEMPS.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1 000 VOLUMES D'AIR.										
	Fumier de cheval à moitié décomposé.	FUMIER DE VACHE				FUMIER DE MOUTON		FUMIER			
		frais.	ayant 3 semaines.	ayant 12 semaines.	ayant 20 semaines.	frais.	à moitié décomposé.	de porc frais.	de poule frais.	de pigeon frais.	d'oie frais.
1er jour . .	13.701	14.187	14.044	12.525	12.205	17.626	12.717	16.056	25.662	22.218	23.817
2e — . .	14.856	15.462	14.229	12.837	12.398	14.063	10.527	16.201	33.943	35.298	36.075
3e — . .	13.174	14.197	12.619	10.253	8.332	10.238	9.017	15.763	29.656	30.680	31.059
4e — . .	11.484	13.172	10.801	8.388	6.201	8.258	6.762	15.087	23.243	24.935	28.812
5e — . .	10.182	12 728	9.666	7.400	5.511	6.565	5.076	13.745	21.714	24.289	25.227
6e — . .	9.596	10.838	8.877	6.922	5.028	5.603	4.161	12.553	18.055	22.874	22.704
MOYENNE.	12.166	13.481	11.706	9.721	8.248	10.890	8.048	14.901	25.379	26.716	27.949

TEMPS.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1 000 VOLUMES D'AIR. — PAILLE DE								
	Seigle d'hiver.	Seigle d'été.	Avoine.	Orge.	Blé de printemps.	Maïs.	Féverole.	Pois.	Pomme de terre.
1er jour.	15.845	19.553	19.344	20.670	22.011	16.846	23.146	21.737	17.346
2e —	16.723	18.832	18.543	20.188	18.995	18.681	22.574	22.504	18.131
3e —	17.393	18.234	18.227	19.780	18.296	21.724	21.923	22.235	18.861
4e —	16.609	17.863	16.418	19.697	17.697	19.215	21.873	22.163	18.222
5e —	15.197	17.649	16.045	18.928	17.493	18.704	21.647	21.854	17.773
6e —.	13.849	17.002	15.749	18.157	16.991	18.353	21.294	21.445	17.402
MOYENNE . .	15.936	18.189	17.388	19.562	18.560	18.887	22.076	22.156	17.956

TEMPS.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1 000 VOLUMES D'AIR.				
	FEUILLES MORTES				SCIURE.
	de chêne.	de hêtre.	d'épicéa.	de pin.	
1er jour	15.913	13.214	15.238	13.924	8.111
2e —	13.398	10.305	13.140	12.688	7.138
3e —	6.817	6.652	9.074	10.165	4.527
4e —	5.832	5.494	8.132	8.632	4.377
5e —	4.469	3.969	6.946	7.718	4.048
6e —	4.114	3.386	5.996	6.491	3.502
MOYENNE	8.424	7.170	9.421	9.936	5.224

TEMPS.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR.							
	TOURBE DE CUNRAU prise à une profondeur de			TOURBE DE DONAUMOOS prise à une profondeur de				
	10,5 à 36,8.	42,1 à 73,6.	78,9 à 115,7.	0 à 0,2.	0,2 à 0,5.	0,5 à 0,8.	0,8 à 1,1.	1,1 à 1,4
1er jour	5.674	5.504	5.006	6.768	6.207	6.037	6.041	5.534
2e —	4.845	4.571	4.392	3.906	3.566	3.170	2.941	2.771
3e —	3.275	3.046	2.934	2.691	2.636	2.578	2.119	2.115
4e —	2.333	2.221	1.887	1.758	1.646	1.582	1.532	1.531
5e —	1.845	1.731	1.508	1.518	1.291	1.123	1.066	1.010
6e —	1.407	1.238	1.238	1.166	0.998	0.833	0.666	0.610
MOYENNE	3.229	3.052	2.827	2.934	2.724	2.545	2.394	2.262

TEMPS.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR.										
	FÉVEROLE.				SOJA.				SEIGLE.		
	Tiges.	Feuilles.	Gousses.	Racines.	Tiges.	Feuilles.	Gousses.	Racines.	Tiges.	Feuilles.	Épis.
1er jour	22.310	27.141	26.483	21.618	24.672	27.031	25.383	24.184	20.545	21.285	18.925
2e —	20.389	26.092	23.639	20.084	24.546	26.537	24.773	23.933	19.101	20.803	18.175
3e —	20.157	25.193	22.322	19.933	23.684	24.541	24.108	22.370	16.909	19.610	16.853
4e —	19.269	24.096	21.974	18.910	22.627	23.651	23.094	21.555	16.307	16.883	16.214
5e —	18.757	23.148	21.785	18.462	21.560	22.228	21.721	20.576	15.269	15.714	14.505
6e —	17.977	22.737	21.404	16.754	21.222	21.769	21.423	19.797	13.984	14.978	13.249
MOYENNE	19.809	24.734	22.936	19.293	23.052	24.294	23.417	22.061	17.019	18.211	16.317

TEMPS.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR.								
	SANG desséché et pulvérisé.	POUDRE de viande.	POUDRE d'os.	PEAU en poudre		CORNE en poudre		GUANO de poisson.	GUANO du Pérou.
				bouillie.	fraiche.	bouillie.	fraiche.		
1er jour	16.224	24.078	32.561	9.965	9.296	8.565	7.835	25.343	20.686
2e —	18.435	29.645	36.543	16.251	12.869	12.561	9.103	35.619	33.522
3e —	18.244	30.683	34.404	16.292	13.594	7.795	5.307	31.114	29.033
4e —	16.720	30.375	32.868	15.989	8.803	7.684	4.982	28.261	23.429
5e —	16.577	27.036	28.938	14.787	7.142	7.423	4.819	26.724	22.109
6e —	16.535	23.356	25.308	13.459	5.341	7.014	4.678	23.658	20.382
MOYENNE. . .	17.122	27.528	31.769	14.457	9.507	8.507	6.119	28.453	24.855

Pour qu'on puisse mieux se rendre compte, j'ai inscrit les diverses substances dans le tableau suivant, d'après l'ordre décroissant de leur production en acide carbonique, en tenant compte toutefois des groupes naturels.

Par gramme de carbone il se dégage, en 24 heures, les moyennes d'acide carbonique ci-après indiquées :

Volume d'acide carbonique contenu dans 1 000 volumes d'air.

Poudre d'os soumise à la vapeur.	31.769
Guano de poisson	28.453
Poudre de viande	27.528
Fumier d'oie.	27.949
— de pigeon	26.716
— de poule	25.379
Guano du Pérou	24.855
Paille de pois.	22.156
— de féverole	22.076
— d'orge	19.562
— de maïs	18.837
— de blé de printemps	18.560
— de seigle de printemps	18.189
— d'avoine	17.388
Fanes de pomme de terre.	17.956
Paille de seigle d'hiver.	15.936
Sang pulvérisé	17.122
Fumier de porc frais.	14.901
— de cheval moyennement décomposé.	12.166
Fumier de vache frais	13.431

Fumier de vache vieux de 8 semaines	11.706
— — 12 —	9.721
— — 20 —	8.248
Fumier de mouton frais	10.390
— à demi décomposé	8.043
Poudre de cuir soumise à la vapeur	14.457
— brute	9.507
Aiguilles de pin	9.936
— d'épicéa	9.421
Feuilles de chêne	8.424
— de hêtre	7.170
Poudre de corne soumise à la vapeur	8.507
— brute	6.119
Sciure (d'épicéa)	5.284
Tourbe de Cunrau : couche supérieure	3.229
— — moyenne	3.052
— — inférieure	2.827
Tourbe de Donaumoos : couche supérieure	2.934
— deuxième couche	2.724
— troisième —	2.545
— quatrième —	2.394
— cinquième —	2.262
Soja : feuilles	24.294
— gousses	23.417
— tiges	23.052
— racines	22.061
Féverole : feuilles	24.734
— gousses	22.936
— tiges	19.809
— racines	19.293
Seigle d'hiver : feuilles	18.211
— tiges	17.019
— épis	16.317

Ce résumé montre nettement les différences qui existent entre les diverses matières organiques, relativement à leur aptitude à la décomposition. En les rangeant par groupes, on voit que la poudre d'os, le guano de poisson, la poudre de viande, les excréments des oiseaux de basse-cour se décomposent le plus facilement. Après viennent les pailles employées pour litière et les fumiers. Les cuirs et cornes en poudre, la couverture des forêts, se détruisent plus difficilement, mais c'est pour la sciure et enfin la tourbe que le phénomène est le plus lent.

Les différences indiquées par l'acide carbonique concordent bien avec les observations faites dans la pratique et ailleurs. Les écarts observés ne sont qu'apparents et s'expliquent soit par le dispositif choisi, soit par l'état des substances. Ainsi, l'on doit d'abord faire ressortir que tous les matériaux ont dû être réduits en une poudre de même grosseur, tandis qu'en réalité ils présentent de grandes différences sous le rapport de la consistance et de l'état physique qui influent beaucoup, comme on sait, sur la décomposition des fumiers de nos divers animaux domestiques, par exemple, abstraction faite de la composition chimique. Le fumier de cheval et de mouton, poreux, permettant à l'air de pénétrer facilement dans sa masse, se décompose bien plus facilement que celui de vache et de porc qui, en raison de son taux d'eau relativement élevé et de sa plus grande compacité, ne laisse entrer l'air que lentement. Si, dans les précédents essais, les sortes de fumier se sont comportées autrement, en ce sens que celui de porc s'est décomposé plus vite que celui de cheval, celui de vache plus vite que celui de mouton, cela peut tenir, soit à la modification de leur état naturel par la pulvérisation, soit à des propriétés particulières de leur constitution moléculaire. Si l'on examine ainsi en détail les divers cas, on voit que les divergences présentées par les différents fumiers entre les résultats de nos expériences et ceux de la pratique, ainsi que toutes les autres différences, s'expliquent sans grande difficulté.

En comparant les chiffres obtenus pour les fumiers et la tourbe de divers âges, ou pour les litières et les fumiers qu'elles donnent, on arrive à cette conclusion que les matières organiques se décomposent d'autant plus difficilement que leur altération est plus avancée. Le fumier de vache et celui de mouton ont fourni d'autant moins d'acide carbonique qu'ils étaient plus vieux; de même, la production de ce gaz a diminué dans la tourbe à mesure qu'il s'agissait de couches plus profondes, c'est-à-dire plus décomposées.

L'exactitude de ce point est encore démontrée par l'altération plus rapide des litières fraîches comparée à celle des fumiers qu'elles fournissent et qui sont déjà en train de se décomposer; elle est enfin confirmée par ce fait, résultant de presque tous les essais

faits jusqu'ici, que le dégagement d'acide est d'abord très abondant, puis diminue constamment à mesure que l'expérience se prolonge.

On comprend aisément que l'intensité du processus d'oxydation du carbone soit plus grande au début que plus tard dans les matières organiques fraîches et y acquière un degré plus élevé que dans les substances où la décomposition a déjà commencé, si l'on considère que leur puissance d'affinité chimique doit être d'autant plus marquée qu'elles renferment plus de principes aussi voisins que possible des combinaisons chimiques dues aux processus vitaux. Quand des corps non altérés, c'est-à-dire ayant leur maximum d'affinité pour l'oxygène, sont soumis aux facteurs de la décomposition, ils dégageront dès le début la plus grande quantité d'acide carbonique. Puis, cette sorte d'explosion terminée, la production du gaz ira sans cesse en diminuant, parce qu'il ne restera plus dans la substance en question que des matières organiques ayant les caractères de l'humus, lentes à s'oxyder par suite de leur stabilité et ne pouvant plus contribuer que fort peu à augmenter la quantité d'acide carbonique. (*Voir l'Appendice, note G.*)

L'azote des principes azotés se comporte comme le carbone.

Il résulte des essais de Morgen (44) sur l'aptitude à la décomposition des poudres de cuir et de corne, que la plus grande quantité d'azote s'était transformée dans les huit premiers jours et qu'ensuite cette proportion avait toujours été plus faible. Ceci n'est pas vrai seulement quand la décomposition se fait en l'absence d'oxygène, comme dans les essais de Morgen; les recherches de Tuxen (69) prouvent d'une manière éclatante que les choses se passent de même si la décomposition a lieu en présence de l'oxygène.

Il mit 5 kilogr. de terre soit de lehm, soit de sable lehmeux, dans des cylindres en grès. Afin de se rapprocher autant que possible des conditions naturelles, il ajouta assez de fumier pour avoir un taux d'azote de $\frac{2}{1000}$ (calculé sur le sol séché à 100 degrés centigrades) qui correspondait à peu près à celui du sol de lehm $\left(\frac{1,8}{1000}\right)$. La terre fut maintenue humide afin de se placer dans les circonstances les

plus favorables à la transformation des engrais azotés, mais on empêcha la saturation en faisant écouler l'eau en excès. Le dosage initial de l'azote sous forme d'ammoniaque et d'acide nitrique servit de point de départ et de comparaison. Voici les résultats obtenus :

Azote sous forme d'ammoniaque et d'acide nitrique exprimé en centièmes de l'azote ajouté.

DATES.	LEHM PLUS					SABLE LEHMEUX PLUS					AZOTE
	RIEN.	2 P. 100 de calcaire.	POUDRE d'os.	GUANO de poisson.	FUMIER de cheval.	RIEN.	2 P. 100 de calcaire.	POUDRE d'os.	GUANO de poisson.	FUMIER de cheval.	SOUS FORME
1er juin 1880. .	0.80	0.80	1.35	2.55	1.25	0.10	0.50	1.32	2.55	2.55	d'ammoniaque.
— . .	0.40	0.45	0.65	0.55	0.45	0.25	0.25	0.35	0.30	»	d'acide nitrique.
1er juillet . . .	0.45	0.85	51.45	55.10	8.53	0.20	1.00	50.00	38.20	3.25	d'ammoniaque.
— . . .	0.80	1.50	2.75	1.40	4.48	0.15	0.20	1.00	0.85	1.92	d'acide nitrique.
1er septembre .	1.25	0.70	8.70	7.82	8.00	»	»	35.55	19.45	8.51	d'ammoniaque.
— .	1.50	1.55	63.00	50.00	3.11	0.25	0.50	19.05	21.55	1.98	d'acide nitrique.
1er novembre. .	0.40	1.70	5.30	5.86	9.02	»	»	19.40	7.50	»	d'ammoniaque.
— . .	1.15	2.20	46.25	36.55	23.91	0.10	0.10	27.65	23.30	8.07	d'acide nitrique.
20 avril 1881. .	»	»	4.10	6.20	1.31	»	0.85	20.40	12.65	5.21	d'ammoniaque.
— . .	2.65	2.30	46 25	42.56	21.20	0.10	0.10	63.00	29.85	4.91	d'acide nitrique.
20 juin.	0.30	0.15	7.10	10.80	7.97	0.15	0.85	21.10	13.65	23.00	d'ammoniaque.
—	0.80	0.45	61.55	43.35	21.00	0.15	»	64.50	26.15	31.09	d'acide nitrique.
1er septembre .	0.55	0.45	1.90	9.50	5.00	0.15	0.85	2.70	1.80	12.76	d'ammoniaque.
— .	1.00	0.40	65.65	50.00	28.00	0.25	»	66.65	39.35	61.20	d'acide nitrique.

Ces résultats montrent que la transformation en ammoniaque ou en acide nitrique de l'azote contenu dans les matières humiques se fait très lentement, et qu'elle est très active dans les sols fumés avec de la poudre d'os ou du guano de poisson. Au bout d'un mois, 50 p. 100 de l'azote primitif étaient déjà transformés en ammoniaque qui, plusieurs mois après, devenait de l'acide nitrique[1]; le reste de l'azote dans les engrais susindiqués semble passer ensuite sous une forme difficilement attaquable. Le fumier de cheval contient évidemment divers principes azotés; sa transformation est plus facile et plus rapide dans le sable lehmeux; dans le lehm il

1. Il y a là deux réactions successives, d'abord formation d'ammoniaque, ensuite oxydation de cette ammoniaque qui se transforme en acide nitrique (voir p. 245).



paraît y avoir au premier automne un temps d'arrêt dans les réactions, qui reprennent à nouveau dès le printemps.

D'après ces essais, plus de 50 p. 100 de l'azote de la poudre d'os ou du guano de poisson deviennent, dans des circonstances favorables, assimilables pour les plantes en l'espace d'un mois ; au bout de 16 mois, 60 à 70 p. 100 de l'azote sont transformés ; le reste ne s'altère que très lentement.

Il y a un fait qui milite en faveur de la difficulté de solubilité d'une partie de l'azote des matières organiques, c'est que les sols agricoles riches en humus et, avant tout, les sols tourbeux, malgré une richesse extraordinaire en azote, richesse qui peut atteindre plusieurs milliers de kilogrammes à l'hectare, se ressentent très vivement, dans la plupart des cas, des quantités relativement faibles de principes azotés facilement assimilables (sels ammoniacaux, nitrate de soude) qu'on leur ajoute. De ces observations on peut déduire cette importante conclusion que le taux d'azote donné par l'analyse chimique pour les engrais organiques, les matières humiques et les sols agricoles ne renseigne aucunement sur la quantité d'azote que les plantes peuvent utiliser, parce qu'une portion plus ou moins grande de leurs principes azotés se trouve sous une forme difficilement soluble ou y arrive par suite de la décomposition.

En ce qui concerne le dernier point, les essais de Tuxen et de Morgen montrent que les principes azotés des matières organiques deviennent assimilables dans des proportions très diverses, et l'on peut en conclure que c'est probablement par suite de différences dans leur composition chimique ou dans leur état physique, qu'elles offrent des prédispositions différentes à la décomposition. L'azote de la poudre d'os et du guano de poisson s'est montré, dans les recherches de Tuxen, beaucoup plus aisément soluble que celui du fumier de cheval, et Morgen a trouvé que la matière azotée de la poudre de corne se dissout plus facilement que celle de la poudre de cuir.

Stutzer et Klingenberg (66) ont proposé, pour déterminer la partie active de l'azote des matières organiques (poudre d'os, sang pulvérisé, poudre de corne, de cuir, guano de poisson, etc.), de les traiter par des solutions digestives, telles que le chlorhydrate de

pepsine. Ils choisirent le suc gastrique qui dissout l'albumine, parce que les principes azotés des os, du sang, etc., sont très voisins de l'albumine et que des essais préalables avaient donné de meilleurs résultats qu'avec le suc intestinal, qui dissout également l'albumine. On ne peut naturellement pas affirmer que les données acquises par cette méthode soient directement applicables à la décomposition dans le sol des matières organiques azotées et que la dissolution s'y fasse exactement de la même façon, mais les processus sont analogues, et le procédé en question peut établir d'une manière approchée la valeur relative des diverses formes d'azote combiné.

D'après ces recherches il semble y avoir, dans les engrais comme dans les fourrages, deux groupes de composés azotés nettement distincts, l'un soluble, l'autre insoluble dans la pepsine. La nature de ce dernier groupe est encore à établir ; ces auteurs admettent qu'il doit son origine à la nucléine. Ce principe extrêmement réfractaire se rencontre, plus ou moins modifié, dans presque toutes les matières animales ou végétales, et même l'azote de la tourbe, ainsi qu'une grande partie de celui du sol, devraient être rapportés en dernière analyse, d'après ces auteurs, à la nucléine qui existait primitivement dans les plantes.

Voici les valeurs moyennes obtenues dans ces essais :

DÉSIGNATION DES ENGRAIS.	AZOTE total.	SUR 100 PARTIES, la pepsine dissout.	ne dissout pas.
—	—	—	—
Sang desséché et pulvérisé	13.54	89.75	10.25
Déchets de cuir en poudre	6.91	39.19	60.81
Corne en poudre, grillée	13.70	40.73	59.27
Corne en poudre, brute, râpée	7.06	23.43	76.57
Poudrette de Liernur, traitée par le borax	6.77	80.23	19.77
— non traitée par le borax.	6.77	83.36	16.64
Poudrette de Metz	1.58	22.92	77.08
Déchets de laine	10.55	2.72	97.28
Poudre d'os brute	4.02	95.45	4.55
—	3.94	97.95	2.05
Poudre d'os soumise à la vapeur	4.31	92.74	7.26
— —	2.43	88.35	11.65
Guano brut du Pérou, traité par le borax	11.08	94.53	5,47
Déchets de laine traités par l'acide sulfurique.	12.37	85.34	14.66

Les grandes différences que ces chiffres dévoilent dans la solubilité de l'azote des diverses substances concordent généralement avec les données de la pratique sur l'efficacité des engrais[1]. Elles se trouvent aussi, à peu d'exceptions près, en accord avec les valeurs moyennes que j'ai obtenues plus haut pour l'aptitude à la décomposition.

Celle-ci, en tant qu'elle est caractérisée par les quantités d'acide carbonique dégagées, est liée à la solubilité des principes azotés, parce qu'ils jouent dans ces réactions un rôle capital, fondé sur la nutrition des micro-organismes. Leur multiplication et leur activité dépendent essentiellement de la masse d'azote disponible, et il est très admissible que l'aptitude à la décomposition augmente ou diminue avec la solubilité des matières azotées.

Dans les essais que j'ai faits spécialement pour élucider le rôle de ces matières, j'ai placé diverses sortes de pailles réduites en poudre soit dans l'eau, soit dans une solution d'albumine (provenant de blanc d'œuf) à 1 p. 100; après les avoir fait macérer à basse température pendant 48 heures, je les ai filtrées et desséchées sur papier à filtre à la température de la chambre. J'ai mélangé 4 gr. de la matière ainsi préparée avec 400 gr. de sable quartzeux, j'ai humecté le mélange avec 40 gr. d'eau et traité le tout suivant le procédé décrit à la page 252. Voici les quantités d'acide dégagées :

1. Dans la poudre d'os traitée par la vapeur, il y a relativement moins d'azote dissous que dans la poudre brute, parce que les matières azotées facilement solubles ont été extraites des os lors du traitement. Cet inconvénient est compensé par certains avantages (pulvérisation plus parfaite et par suite action plus rapide).

Volumes d'acide carbonique pour 1 000 volumes d'air.

DATES.	PAILLE de SEIGLE D'HIVER macérée.		PAILLE de MAÏS MACÉRÉE		DATES.	PAILLE de SEIGLE D'HIVER macérée.	
	dans l'eau.	dans une solution d'albumine.	dans l'eau.	dans une solution d'albumine.		dans l'eau.	dans une solution d'albumine.
30 janvier 1885.	15.489	15.903	18.172	19.361	18 mars 1885.	10.014	10.633
31 — .	11.982	17.593	23.687	25.254	19 — .	12.376	16.623
1er février . . .	11.184	14.391	25.019	27.535	20 — .	8.281	16.833
2 — . . .	9.526	11.739	19.331	23.398	21 — .	5.993	13.276
3 — . . .	8.353	11.899	17.218	20.116	22 — .	6.115	12.259
4 — . . .	7.131	11.345	15.528	17.024	23 — .	5.770	7.822
					24 — .	3.631	7.744
					25 — .	3.388	7.283
MOYENNE. .	10.611	13.812	19.492	22.115		6.946	11.559

Il ressort nettement que la décomposition des matières organiques est très favorisée par une augmentation du taux d'albumine. Le tableau de la page 307 en donne aussi plusieurs exemples. Ainsi la paille des légumineuses se décompose plus vite que celle des céréales, évidemment parce que la première est plus riche en azote. Pour la même raison, les feuilles se détruisent plus rapidement que les tiges qui sont moins azotées, et celles-ci plus rapidement que les racines. De même, la poudre d'os, celle de viande, le guano de poisson, le guano du Pérou, les excréments des oiseaux de basse-cour se décomposent plus vite que les fumiers de nos quadrupèdes domestiques, par exemple, parce que leur taux d'azote est notablement plus élevé.

Ces faits, comme les précédents, prouvent que la décomposition est d'autant plus intense qu'il y a plus de matières azotées disponibles. Il faut en outre considérer que cette quantité disponible dépend, d'une part, du taux initial d'azote des substances en décomposition; d'autre part, de sa solubilité. Une assez grande richesse en azote n'activera donc pas la destruction s'il est difficilement soluble.

C'est le cas, par exemple, pour la tourbe qui, malgré un taux très élevé de matières azotées, se décompose avec une extrême lenteur, parce que ces matières ne sont solubles que dans une très faible mesure. Des substances peu azotées peuvent fournir plus d'azote à la décomposition que des matières plus riches, si celles-ci sont difficilement et les premières facilement solubles. Dans tous les cas où il s'agit d'établir le pouvoir de décomposition des matières organiques, il faudra toujours avoir présente à l'esprit la solubilité de l'azote.

La lenteur avec laquelle la tourbe s'altère tient non seulement à l'état peu soluble de ses composés azotés, mais aussi à sa teneur en matières résineuses et tanniques. Les matières résineuses, solubles dans le mélange d'alcool et d'éther, existent souvent en proportion notable et d'autant plus forte que la tourbe est plus ancienne. Quand ces résines enveloppent la substance organique, elles empêchent l'action directe des facteurs de décomposition, particulièrement l'arrivée de l'eau et de l'air, et, par suite, ralentissent singulièrement cette décomposition. C'est ce que montre une expérience spéciale que j'ai faite sur de la tourbe de Schleisheim. Le taux de résine s'élevait à 5.12 p. 100. Il s'est dégagé :

	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1 000 volumes d'air.	
	Tourbe pure.	Tourbe traitée par l'alcool et l'éther bouillants.
22 novembre 1880.	22.088	27.458
24 —	22.826	87.993
29 —	29.724	41.329
1er décembre 1880.	23.341	45.824
MOYENNE.	25.995	50.651

Il s'ensuit que la résine est un obstacle à la décomposition de la tourbe.

Les tannins agissent de même; ils proviennent des plantes tannifères qui croissent dans la tourbe. Comme les déchets de cuir et la poudre qu'ils donnent contiennent du tannin, il m'a paru tout indiqué de chercher l'influence exercée par ce principe sur la décomposition des matières organiques. Pour cela on a broyé de la paille de

seigle d'hiver, de maïs, des feuilles de soja; on les a fait macérer soit dans l'eau, soit dans des solutions tanniques de concentration diverse pendant 48 heures, puis dessécher à la température de la chambre, et on les a traitées d'après le procédé décrit à la page 252[1]. Les résultats sont consignés ci-dessous.

Volume d'acide carbonique dans 1 000 volumes d'air.

DATES.	PAILLE de SEIGLE D'HIVER		PAILLE DE MAÏS		DATES	FEUILLES de soja pulvérisées	
	dans l'eau.	dans une solution tannique à 1 p. 100.	dans l'eau.	dans une solution tannique à 1 p. 100.		dans l'eau.	dans une solution tannique à 1 p. 100.
30 janvier 1885.	15.489	13.069	18.172	11.201	18 mars 1885.	29.885	10.309
31 — .	11.982	8.330	23.687	15.519	19 — .	31.441	15.658
1er février . . .	11.184	4.702	25.019	16.407	20 — .	32.766	15.359
2 — . . .	9.526	4.512	19.331	12.929	21 — .	26.458	11.694
3 — . . .	8.353	4.549	17.218	13.012	22 — .	24.366	11.485
4 — . . .	7.131	3.583	15.528	11.540	23 — .	23.777	11.070
MOYENNE. .	10.611	6.457	19.492	13.435		28.115	12.596

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR. Feuilles de soja pulvérisées, macérées				
	dans l'eau.	dans une solution tannique à			
		1 p. 100.	2 p. 100.	4 p. 100.	8 p. 100.
23 avril 1885 . . .	21.680	15.679	14.956	10.038	5.187
24 — . . .	22.373	18.010	16.280	13.493	9.761
27 — . . .	22.451	21.761	20.966	20.454	19.418
28 — . . .	22.414	22.373	21.808	21.511	22.173
29 — . . .	21.793	21.172	21.122	21.454	20.953
30 — . . .	18.680	20.447	18.920	21.363	18.680
MOYENNE . .	21.565	19.907	19.008	18.052	16.029

Ces chiffres montrent que la décomposition des matières orga-

1. Le sol artificiel consistait en un mélange de 400 gr. de sable quartzeux, 4 gr. de la substance préparée et 40 gr. d'eau.

niques diminue en présence du tannin, ce qui tient à ce qu'une partie des matières albuminoïdes forme avec lui des combinaisons difficilement solubles.

Si l'on emploie des solutions concentrées, l'influence ralentissante du tannin sur la décomposition ne se manifeste qu'au début, puis va en diminuant jusqu'à ce qu'enfin les matières riches en tannin dégagent plus d'acide carbonique que celles qui n'en ont pas.

Ce fait se remarquait déjà dans les expériences ci-dessus; mais il est tout à fait frappant dans les recherches suivantes, où on employa pour la macération des substances des solutions tanniques concentrées. Les quantités d'acide carbonique produites dans ce cas sont inscrites ci-après.

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1 000 volumes d'air.			
	Paille de seigle macérée		Feuilles de soja macérées	
	dans l'eau.	dans une solution tannique concentrée.	dans l'eau.	dans une solution tannique concentrée.
—	—	—	—	—
18 mars 1885	10.014	3.882	29.885	2.477
19 —	12.376	2.383	31.441	3.690
20 —	8.281	8.101	32.766	11.365
21 —	5.993	14.303	26.458	11.743
22 —	6.115	9.593	24.366	16.932
23 —	5.770	10.790	23.777	17.387
24 —	3.631	10.206	22.331	18.188
25 —	3.388	7.065	20.126	18.681

Le ralentissement d'oxydation du carbone en présence du tannin se manifeste donc dès le début très énergiquement, mais ne dure pas longtemps; car on observe bientôt, surtout dans la dernière série, une augmentation progressive dans le volume de l'acide carbonique. On peut expliquer le fait en admettant que, quand l'addition de tannin est trop forte, il y en a un excès qui est soumis, lui aussi, à la décomposition et contribue à la production du gaz.

Les résultats obtenus par une addition modérée de tannin pourraient être considérés comme donnant la mesure des réactions qui se passent naturellement dans la tourbe, et on pourrait en conclure que des plantes riches en tannin incorporées à la tourbe diminuent son altérabilité; car on ne peut admettre, en envisageant les plantes for-

matrices de la tourbe, qu'elles contiennent un taux trop fort ou un excès quelconque d'éléments tanniques.

Ce que nous venons de dire renferme, pour la pratique, quelques importantes indications relativement à l'appréciation de la fertilité de la tourbe, considérée dans son nouvel emploi comme litière. Si la tourbe ne se décompose qu'avec une extrême lenteur, comme il a été démontré, il s'ensuit que les principes minéraux et azotés qu'elle renferme ne passent que très difficilement à l'état assimilable et, par suite, ne servent pas à la végétation pour la plus grande partie. Il est donc inadmissible que l'on puisse tirer du dosage des cendres et de l'azote, comme on l'a fait souvent, des conclusions quelconques relatives à l'apport de matières nutritives fourni par la litière de tourbe. Comme conséquence plus éloignée de la manière d'être de la tourbe, on peut prévoir que, par son emploi général et prolongé sous forme de litière, on accumule dans le sol une grande quantité de matières organiques qui peuvent rendre acides les sols non perméables.

On a souvent attribué la difficulté de décomposition de certaines substances organiques employées comme engrais à la matière grasse qu'elles renferment, sans appuyer cette opinion sur des chiffres. Pour faire cette preuve, j'ai pris divers engrais riches en matière grasse, notamment du guano de Fray-Bentos (formé de déchets de viande), de la poudre de viande, de la poudre d'os, des aiguilles d'épicéa et de pin pulvérisées, des tourteaux de colza; une partie fut laissée telle, l'autre fut privée de sa matière grasse par l'éther. Dans les essais I et II, les prises d'essai commencèrent quand l'éther fut complètement évaporé, ce qui exigeait 4 à jours. Mais lorsqu'on vit que, contrairement aux idées reçues, la portion débarrassée de la matière grasse se décomposait plus lentement que la substance fraîche et que ce résultat était peut-être dû à l'action antiseptique de l'éther, on laissa, dans les essais III et IV, les échantillons traités par l'éther exposés à l'air libre pendant deux mois avant de les soumettre à la décomposition. Pour plus de sûreté, on plaça dans les mêmes conditions des échantillons non traités.

Dans chaque essai, la quantité de substance employée était de 4 gr., qu'on mélangeait à 400 gr. de sable quartzeux et qu'on hu-

mectait avec 40 gr. d'eau. Le tout, mis dans les tubes en U, était traité par la méthode décrite à la page 252.

Les tableaux suivants donnent les résultats obtenus.

ESSAI I (1885).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air.					
	POUDRE D'OS		GUANO de Fray-Bentos		POUDRE DE VIANDE	
	sans matière grasse.	avec matière grasse.	sans matière grasse.	avec matière grasse.	sans matière grasse.	avec matière grasse.
17 janvier.	7.926	3.139	29.739	16.977	3.991	3.480
18 —	23.860	25.527	23.611	24.567	25.860	27.547
19 —	24.986	28.826	31.205	31.658	26.114	30.914
20 —	22.905	24.588	29.385	30.503	31.285	31.731
21 —	21.792	24.153	27.367	30.140	30.658	31.341
22 —	18.752	21.440	26.704	29.258	29.552	30.792
Moyenne. . .	20.037	21.279	28.001	27.184	24.577	25.967

ESSAI II (1885).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1000 volumes d'air.					
	TOURTEAU de colza		AIGUILLES d'épicéa		AIGUILLES de pin	
	sans matière grasse.	avec matière grasse.	sans matière grasse.	avec matière grasse.	sans matière grasse.	avec matière grasse.
23 janvier.	3.475	4.282	10.530	4.576	10.265	3.808
24 —	23.094	31.281	12.928	20.870	17.027	21.989
25 —	22.666	26.869	7.606	11.928	11.881	15.878
26 —	21.236	23.948	5.065	8.087	9.359	11.506
27 —	12.715	14.279	5.481	7.635	8.747	9.965
28 —	11.206	13.277	2.677	9.252	2.120	9.372
Moyenne. . .	15.732	18.989	7.381	10.058	9.899	12.086

ESSAI III (1885).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR.					
	TOURTEAU de colza		AIGUILLES d'épicéa		AIGUILLES de pin	
	sans matière grasse.	avec matière grasse.	sans matière grasse.	avec matière grasse.	sans matière grasse.	avec matière grasse.
5 mai	6.771	5.642	11.454	9.304	12.809	6.658
6 —	22.249	22.178	12.857	14.588	19.813	15.038
7 —	24.071	17.855	9.333	9.819	13.756	14.664
8 —	19.159	20.728	8.466	9.741	13.680	12.503
9 —	18.166	20.389	7.273	7.831	10.496	11.333
10 —	17.675	19.946	6.477	6.971	8.634	10.416
11 —	16.679	18.236	5.611	6.500	7.892	9.841
12 —	15.633	17.765	4.685	4.910	7.616	8.275
13 —	15.378	16.731	4.513	4.851	7.354	7.917
MOYENNE.	17.312	17.719	7.852	8.277	11.339	10.738

ESSAI IV (1885).

DATES.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE DANS 1000 VOLUMES D'AIR.					
	POUDRE D'OS		GUANO de Fray-Bentos		POUDRE DE VIANDE	
	sans matière grasse.	avec matière grasse.	sans matière grasse.	avec matière grasse.	sans matière grasse.	avec matière grasse.
16 juillet	20.111	20.724	21.672	26.611	21.002	22.046
17 —	24.589	26.773	27.616	27.997	26.501	26.938
18 —	22.352	26.368	22.954	27.945	26.265	26.472
19 —	21.758	25.424	22.875	27.821	25.719	26.092
20 —	21.131	25.072	22.476	27.644	23.862	25.647
21 —	16.811	19.397	17.648	21.575	18.554	19.791
22 —	15.217	17.444	17.008	19.917	18.015	18.456
23 —	13.841	16.118	15.236	17.853	16.073	16.954
MOYENNE.	19.476	22.165	20.941	24.670	21.999	22.799

Ces chiffres montrent, presque sans exception, que l'extraction des matières grasses, au lieu de favoriser la décomposition, l'a au contraire entravée.

Bien que les différences de chiffres ne soient pas très grandes, elles sont pourtant nettes. Il est difficile de décider expérimentalement si le traitement par l'éther a amené des modifications chimiques qui diminuent l'aptitude à la décomposition, ou si cette diminution est due aux propriétés antiseptiques de l'éther. Si l'on s'en tient aux résultats précédents, on pourrait conclure qu'on n'active pas la décomposition des engrais en les débarrassant, comme on l'a proposé souvent dans ces derniers temps, de leur matière grasse au moyen du sulfure de carbone qui, d'après les essais de Warington, possède la même action que l'éther. Étant donné que les matières employées telles quelles ont dégagé de fortes doses d'acide carbonique, il est juste d'admettre que la matière grasse est à peu près sans influence sur la décomposition des substances qui en sont imprégnées.

Parmi les méthodes de préparation employées dans le but de hâter l'altération, la plus importante est l'exposition à la vapeur sous pression des produits difficilement décomposables; elle rend leur masse plus perméable et augmente sensiblement leur pulvérisabilité.

Ce procédé offre, surtout pour la préparation des os, de grands avantages en amenant une transformation plus rapide des principes organiques. Même sur le cuir et la corne, la vapeur exerce une heureuse influence, comme le montrent les chiffres ci-dessus (33).

Le cuir brut en poudre a dégagé 9.507 d'acide carbonique, et 14.457 après avoir été soumis à la vapeur; pour la corne en poudre, les chiffres ont été : 6.119 (brute) et 8.507 (après l'action de la vapeur).

Donc, l'action de la vapeur favorise à un haut degré la décomposition.

Il résulte des recherches de Stutzer (voir p. 313) que la torréfaction des déchets de corne et leur traitement par l'acide sulfurique ont aussi la propriété de faciliter la destruction de ces substances.

E. — Dégagement de chaleur pendant la décomposition.

Comme tous les phénomènes d'oxydation, la combustion lente des matières organiques est liée à une production de chaleur qui varie beaucoup suivant les circonstances extérieures. Les recherches de Gayon montrent bien que l'augmentation de température qui accompagne la décomposition ne se manifeste qu'en présence de l'air. Il plaça du fumier dans deux récipients d'un mètre cube, l'un troué sur toutes les faces, l'autre à parois pleines, et il prit la température à diverses profondeurs.

DATES.	EN PRÉSENCE DE L'AIR.				EN L'ABSENCE D'AIR.			
	10 centimètres.	25 centimètres.	50 centimètres.	75 centimètres.	10 centimètres.	25 centimètres.	50 centimètres.	75 centimètres.
1er jour à midi.	12,0	12,0	12,0	12,0	15	13	15	17
— le soir.	16,5	21,0	25,0	27,0	20	19	18	20
2e jour à midi.	59,0	68,0	64,0	52,0	15	22	18	18
— le soir.	72,0	72,0	67,0	59,0	17	18	18	18
3e jour à midi.	72,0	70,0	66,0	60,0	12	16	17	16
— le soir.	72,0	69,5	66,0	59,0	12	15	16	15
4e jour à midi.	68,0	66,0	62,0	55,0	12	14	15	14
— le soir.	67,5	64,5	60,0	53,0	12	14	15	14
5e jour à midi.	63,5	60,0	56,0	51,5	11,5	13	14	13
— le soir.	62,0	58,0	55,0	50,0	11,5	13	13	13
6e jour à midi.	58,0	53,0	47,0	44,0	11,5	12	13	12

La température de l'air pendant la durée de l'expérience était de 8 à 10 degrés.

Il résulte, avec la dernière évidence, des chiffres précédents que l'échauffement notable du fumier dépend de l'oxydation qui s'y produit ; car il ne se constate qu'en présence de l'air. Son refroidissement progressif s'explique par ce fait que la masse se dessèche en même temps et que la décomposition diminue proportionnellement à la dessiccation. Si l'on humidifie le fumier à nouveau, la température remonte.

Cette source de chaleur peut, dans certaines circonstances, être fort importante, comme nous le montrent les pratiques des jardiniers qui, par l'accumulation de grandes masses de fumier, obtiennent des élévations de température très considérables. La chaleur notable qui se dégage dans ce qu'on appelle la fermentation de la poudre d'os, tient à ce que ses éléments organiques se décomposent très vite, comme on l'a vu.

Dans la pratique agricole, où l'on n'entasse des masses considérables de matières organiques que rarement et seulement dans la confection des fumiers, des composts, du foin brun, etc., il s'agit surtout de savoir si, en incorporant au sol des quantités relativement faibles de matières organiques, se rapprochant de celles qui sont usitées pour les fumures, on élève la température de ce sol.

Wagner (71) a fait sur cette question une série de recherches qui fournissent une réponse satisfaisante. Il en résulte qu'à des quantités croissantes d'engrais ajoutées au sol correspondent des augmentations de température, quoique peu accusées ; elles sont d'autant plus fortes que les facteurs de la décomposition sont plus actifs.

Dans des caisses de 625 centim. carrés de section et 20 centimètres de profondeur, remplies de sable quartzeux humide, mélangé à diverses proportions de fumier de cheval, on a, par exemple, constaté les accroissements de température suivants en degrés centigrades :

	PAR UNE TEMPÉRATURE extérieure de		
	5°-6°.	10°-23°.	20°-35°.
Sable sans fumier	0,00	0,00	0,00
Sable avec 93gr,8 de fumier	0,00	0,26	0,72
— 187gr,5 —	0,00	0,26	0,61
— 281gr,2 —	0,00	0,28	1,03
MOYENNE de l'accroissement de température	0,00	0,27	0,79

En ce qui concerne l'influence de l'eau, des quantités égales de fumier à une même température extérieure ont fourni une moyenne de surcroît de chaleur de 0°,12 pour un taux d'eau de 0.85 p. 100 ; de 0°,24 pour un taux d'eau de 3.60 p. 100 ; de 0°,27 pour un taux d'eau de 7.64 p. 100.

C'est la preuve que la chaleur dégagée par la décomposition des engrais d'origine organique produit dans le sol une élévation de température, qui s'accroît à mesure que les conditions extérieures se montrent plus favorables à cette décomposition.

Il fallait encore démontrer que ces phénomènes peuvent se constater dans les champs. Pour cela, des parcelles de 0mq,49 furent fumées avec diverses quantités de différents fumiers (à la dose de 510 à 1 020 quintaux par hectare), et on prit leur température pendant une assez longue période, deux fois par jour, à 7 heures du matin et à 5 heures du soir.

Voici les excédents moyens de température observés :

	AVRIL.		MAI.		JUIN.
	1-15.	16-30.	1-15.	16-31.	1-15.
Sans fumier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
510 quintaux de fumier de cheval	0,12	0,08	0,02	—0,11	—0,07
1 020 — —	0,29	0,25	0,09	0,19	0,11
1 020 — — porc	0,28	0,15	0,06	—0,14	—0,05
1 020 — — mouton	0,15	0,11	0,03	—0,16	—0,25
1 020 — — vache	0,09	0,09	0,07	—0,18	—0,05

Dans un autre essai on incorpora au sol, outre divers engrais, des matières organiques non décomposées (paille de fève ou de seigle) à la dose de 889 quintaux (poids frais) par hectare ; on opéra pour le reste comme dans l'essai précédent. Le tableau suivant donne les résultats; les chiffres indiquent l'excès de température provoqué par l'addition de ces pailles ou engrais.

	MAI-JUIN. 27-10.	JUIN. 11-26.	JUIN-JUILLET. 26-10.	JUILLET. 11-31.	MOYENNE du 27 mai au 31 juillet.
Sans fumier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
Fumier de cheval frais	0,44	0,58	0,39	0,34	0,437
— vache —	0,13	0,14	0,09	0,01	0,092
Paille de fève	0,58	0,54	0,48	0,29	0,472
— seigle	0,35	0,50	0,04	0,33	0,395

Enfin l'on fit encore une expérience avec de la paille de seigle, macérée soit dans l'eau, soit dans le purin pour hâter sa décomposition, avec du sarrasin (engrais vert) et de la tourbe. Les engrais

furent employés à la dose de 322,4 quintaux de substance sèche par hectare, sauf le sarrasin dont on enfouit une quantité correspondant à 75,6 quintaux de substance sèche par hectare. Voici les excédents de température :

	JUILLET.	AOUT.		MOYENNE du 15 juillet au 31 août.
	15-31.	1-15.	16-31.	
	—	—	—	—
Sans fumier.	0,00	0,00	0,00	0,00
Paille de seigle macérée dans l'eau. .	0,29	0,17	—0,09	0,12
— — le purin.	0,54	0,11	0,23	0.22
Sarrasin (en vert)	0,24	0,22	0,15	0,15
Tourbe	0,16	0,05	—0,06	0,04

Ces tableaux montrent très nettement que l'excès de chaleur, provoqué par l'adjonction des matières organiques dépend et de leur quantité et aussi essentiellement de leur aptitude à la décomposition. Plus celle-ci est active, plus est grande la chaleur dégagée. C'est pour cela que le fumier de cheval a donné un excédent de température supérieur à celui qu'ont fourni les autres fumiers; vient ensuite le fumier de brebis et, en dernier lieu, celui de vache qui se décompose le plus lentement.

On remarque aussi que la paille de fève, qui s'altère vite, en raison de sa forte teneur en matière azotée, échauffe plus le sol que la paille de seigle, pauvre en azote; mais le pouvoir calorifique de celle-ci peut être notablement augmenté si on l'imprègne d'une solution riche en ferments et en azote. L'influence de la tourbe sur la température du sol est des plus faibles, puisque sa décomposition se fait avec une extrême lenteur.

Si l'on compare ces résultats avec ceux donnés plus haut (p. 307), et relatifs à l'aptitude à la décomposition des divers engrais d'origine organique, on trouve une grande concordance. On peut donc affirmer, d'une manière absolument générale, que la chaleur manifestée pendant les processus d'oxydation est d'autant plus grande que l'affinité de ces matières organiques pour l'oxygène est elle-même plus grande.

D'après cela s'explique ce fait, mis aussi en évidence par les chiffres précédents, que le plus fort dégagement de chaleur se fait, dans la règle, aussitôt après l'épandage des engrais, qu'il persiste

plus ou moins longtemps, suivant que les circonstances extérieures sont ou non favorables, suivant aussi la composition des matières, puis diminue peu à peu jusqu'à un moment où les sols fumés et non fumés n'offrent qu'une très légère différence sous le rapport de la température[1]. Ici encore il y a concordance entre les résultats des observations de température et l'aptitude à la décomposition des diverses matières organiques, puisque c'est au début que celles-ci fournissent le plus fort dégagement d'acide carbonique, dégagement qui va en diminuant régulièrement, en même temps que l'affinité chimique.

Si l'on embrasse l'ensemble des résultats, on voit que la production de chaleur due aux engrais d'origine organique dépend :

1° De la quantité des engrais ;

2° De leur aptitude à la décomposition;

3° Des circonstances extérieures qui influent sur cette décomposition.

L'élévation de température que le sol éprouve du fait de la fumure est d'autant plus forte qu'on y apporte plus d'engrais, que cet engrais se décompose plus facilement et que les conditions extérieures sont plus favorables à la décomposition.

Les excédents de température provoqués par les fumures ont-ils de l'importance pour la fertilité du sol? Les résultats des expériences faites en plein air prouvent que les quantités d'engrais ordinairement employées dans la grande culture ne déterminent qu'un excès de chaleur trop faible pour avoir une influence notable sur la croissance des végétaux. En horticulture, on se sert parfois de masses de fumier assez considérables pour entretenir longtemps dans le sol une température élevée qui favorise la végétation. (*Voir l'Appendice, note H.*)

1. Quant au fait tant soit peu choquant au premier abord que le sol fumé possède finalement une température un peu inférieure au sol non fumé, il trouve peut-être son explication dans cette circonstance qu'aussitôt après la fumure, la chaleur dégagée par l'engrais compense l'influence exercée à d'autres points de vue par les matières organiques sur les conditions thermiques du sol. Mais dès que la décomposition est assez avancée pour qu'il ne se dégage plus que très peu de chaleur, ces dernières influences, qui consistent surtout en une diminution de température liée à l'élévation du taux d'eau et à l'évaporation, reprennent toute leur valeur.



II. — DÉCOMPOSITION DES MATIÈRES ORGANIQUES EN L'ABSENCE DE L'OXYGÈNE. (*Phénomènes de réduction.*)

Quand il y a insuffisance ou absence complète d'air, c'est-à-dire d'oxygène, les processus de décomposition des matières organiques sont tout autres que ceux décrits jusqu'alors, tant au point de vue chimique qu'au point de vue physiologique.

Tandis qu'avec libre accès d'oxygène, on a, comme produits ultimes de décomposition, l'acide carbonique, l'eau, l'ammoniaque et, par transformation, l'acide nitrique, il se forme par insuffisance ou absence d'oxygène, suivant les circonstances extérieures, outre l'acide carbonique, du formène (gaz des marais), de l'hydrogène, diverses combinaisons azotées (leucine, tyrosine, indol, skatol) et des amines primaires, de l'ammoniaque, des nitrites, du protoxyde d'azote, de l'azote libre, des acides gras volatils (acide butyrique), et il reste comme résidu une masse semblable à de la tourbe et très rebelle à la décomposition.

A. — Les Processus chimiques.

Les processus chimiques relatifs à la décomposition dite forménique des matières organiques n'ont encore été que peu étudiés. Les faits acquis jusqu'à ce jour donnent néanmoins une idée approchée de ces réactions, comme la suite le fera voir.

La formation d'acide carbonique, gaz qui se présente exceptionnellement dans les produits de la décomposition forménique, se fait ici d'une manière extrêmement lente, en comparaison de ce qui se passe à l'air libre, à cause du manque d'oxygène. Cela résulte nettement des essais précédents sur le dégagement d'acide carbonique dans un sol complètement imbibé d'eau et impénétrable à l'air.

L'oxygène qui est nécessaire dans la décomposition forménique à l'oxydation du carbone provient, d'une part, de la substance organique elle-même, d'autre part, des éléments désoxydables en présence, surtout des nitrates, du protoxyde d'azote et aussi des sels au maximum de fer et de manganése. Les matières organiques soutirent

énergiquement à toutes ces combinaisons une portion et quelquefois la totalité de leur oxygène.

Il en résulte que, dans ce mode de décomposition, la quantité des matières réductibles sert de mesure à la quantité d'acide carbonique qui peut se former.

C'est ce que montrent les résultats suivants :

400 gr. de sable quartzeux, intimement mélangés à 2 gr. de fumier en poudre, ont été humectés soit avec 50 centim. cubes d'eau, soit avec 50 centim. cubes de sulfate de fer à un demi p. 100, soit avec 50 centim. cubes de sulfate de manganèse à un demi p. 100. Au lieu d'air, c'est de l'hydrogène qu'on fit passer à travers le mélange[1]. Dans 1 000 volumes de gaz, il y avait les quantités suivantes d'acide carbonique :

	EAU.	SULFATE de manganèse.	SULFATE de fer.
12 mars 1886	8.131	8.248	9.229
13 —	6.627	6.791	7.619
14 —	4.809	6.134	6.523
15 —	4.267	5.562	6.008
16 —	3.040	4.052	4.279
17 —	2.855	3.866	4.143
18 —	2.730	3.734	3.956
19 —	2.552	3.639	3.827
MOYENNE	4.376	5.252	5.698

Les sulfates ont donc favorisé l'oxydation du carbone des matières organiques, et cela nécessairement parce qu'ils ont subi une réduction. Celle-ci, d'après les recherches de Märcker (40), peut aller assez loin, par exemple, dans les sols marécageux, pour qu'il se forme du bisulfure de fer (FeS^2).

Une partie du carbone des substances organiques se transforme en formène ou gaz des marais (CH^4) ; la masse reste alcaline par suite de la présence d'une certaine quantité de carbonate d'ammoniaque.

D'après les essais de Dehérain (9), ce processus ne se présente que s'il arrive de-ci de-là de l'oxygène à la masse en décomposition.

1. Toujours traité d'après le procédé décrit à la page 252.

Si ce gaz manque pendant un certain temps, le dégagement de gaz des marais cesse et ne reprend qu'avec l'arrivée d'une certaine quantité d'oxygène. (Voir aussi Hoppe-Seyler [26]).

En outre et suivant les circonstances, il intervient, dans ce mode de décomposition, une autre fermentation où il se dégage non plus du gaz des marais, mais de l'hydrogène. Elle est caractérisée par la réaction acide de la substance, due à la formation simultanée d'acide butyrique (Dehérain [20]). On constate facilement sa présence par la production d'éther butyrique et par son odeur spéciale. On ne sait pas encore si, pour cette fermentation comme pour celle qui donne du gaz des marais, l'arrivée intermittente de l'oxygène est nécessaire ou si cette réaction représente cette forme de décomposition, qui s'accomplit en l'absence complète d'oxygène.

Quant à la décomposition des éléments azotés en l'absence d'oxygène, les recherches précédentes montrent qu'ils sont transformés soit en principes humiques difficilement solubles, soit en ces combinaisons azotées déjà citées (indol, skatol, leucine, tyrosine, amine primaire), soit en d'autres moins oxygénées (nitrite, protoxyde d'azote), soit en azote libre.

La réduction des nitrates, lorsque l'accès de l'air est diminué ou arrêté, a été étudiée. Schlœsing avait déjà trouvé, dans ses premiers essais, que l'acide nitrique disparaissait du sol dès que l'air y était remplacé par de l'azote. Dernièrement, Gayon et Dupetit (21), puis Dehérain et Maquenne (11), ont fait des expériences à ce sujet.

Les premiers ont pris de l'eau d'un canal et y ont ajouté, par litre, 0gr,020 de nitrate de potasse, en mélange avec de l'urine décomposée ; le nitrate se détruisit alors peu à peu. Une série d'essais accusa une réduction de 0gr,1 et même de 0gr,2 de nitrate par litre. L'eau du canal ne pouvait dépasser ces limites. Mais en la remplaçant par du bouillon de poule, neutralisé avec une solution de potasse, on pouvait détruire entièrement le nitrate jusqu'à 5 p. 100. Il se dégageait de l'azote pur correspondant à une grande partie de l'azote du nitrate ; le reste formait de l'ammoniaque et peut-être des dérivés amidés restant dans les substances organiques employées. L'azote du nitrate donnait de l'acide carbonique qui demeurait dans la solution à l'état de carbonate ou de bicarbonate. Les nitrates de

soude, d'ammoniaque et de chaux présentent les mêmes réactions que le nitrate de potasse. Des recherches ultérieures de ces mêmes auteurs ont montré que, dans certaines conditions, la réduction des nitrates s'arrête à la formation des nitrites.

Les essais de Dehérain et Maquenne forment en quelque sorte le complément des expériences précédentes. Ils prirent deux espèces de sols, l'un riche en matières organiques et nitrifiant naturellement, l'autre, pauvre au contraire en ces matières et sans nitrate : 300 gr. furent placés dans des vases de 250 centim. cubes, avec des quantités variables de nitrates. Ces vases, hermétiquement clos, étaient munis de tubes à dégagement s'ouvrant sous le mercure. La terre riche en matières organiques accusa dans la pression intérieure une diminution, qui fut suivie d'un dégagement de gaz carbonique et d'azote. Dans la terre pauvre, la diminution de pression persista ; elle ne fut suivie d'aucun dégagement de gaz. Donc les nitrates peuvent exister dans un sol agricole ordinaire, en l'absence d'air, sans dégager de l'azote. Ce gaz n'apparaît que si l'on augmente la proportion des matières organiques, mais, dans ces conditions, on obtient bientôt l'azote gazeux.

Après que le phénomène eut été déterminé qualitativement par cette observation, dans une seconde série d'expériences, on mesura et on étudia de plus près les gaz développés pendant la réduction des nitrates. Dans des tubes, munis de robinets de verre hermétiques, on plaça 30 gr. de terre, à laquelle on avait ajouté des nitrates et de la matière organique ou qu'on avait laissée telle quelle. Au commencement de l'essai, on mesurait le gaz deux fois, en l'extrayant à l'aide d'une pompe. Au bout de 35 jours, on réunit toute la masse de gaz pour l'analyser. Au lieu de l'oxygène et de l'azote que renfermaient primitivement les tubes, on ne trouva plus d'oxygène à la fin de l'expérience dans les trois tubes employés, mais des quantités variables d'acide carbonique et de gaz de résidu qui accusaient un dégagement de gaz. Celui-ci était plus lié à la richesse en matières organiques qu'à celle en nitrates, mais, même avec une forte teneur en ces matières organiques, on n'arriva jamais à extraire une quantité de gaz représentant celle qui était contenue dans le nitrate.

On recherche en outre, par la méthode eudiométrique, si le gaz restant après absorption de l'acide carbonique ne renfermait pas de gaz combustible; dans les trois tubes, les gaz provenant de la réduction des nitrates offrirent un taux remarquable de protoxyde d'azote. Des déterminations exactes ont donné, pour les gaz du flacon qui renfermait 300 gr. de terre de jardin et 20 gr. de nitrate, 11.75 p. 100 de protoxyde d'azote et 9.35 p. 100 dans le tube où l'on avait mis 300 gr. de terre et 10 gr. de nitrate.

Si les quantités de nitrates et de matières organiques sont en bonnes proportions, les nitrates disparaissent sous forme de protoxyde d'azote et d'azote libre. Les circonstances dans lesquelles il se forme du gaz des marais sont particulières; car il est arrivé assez souvent, dans les essais en question, qu'on ne l'a pas trouvé parmi les gaz provenant de la réduction des nitrates, et Schlœsing, qui avait admis la possibilité du dégagement des oxydes inférieurs de l'azote pendant la réduction des nitrates dans les sols agricoles, ne put déceler sa présence dans ses recherches de 1873.

Le fait qu'il se dégage, dans la décomposition forménique, de l'azote libre est d'une grande importance. Il a été établi, non pas seulement dans les essais précédents faits en l'absence d'oxygène, mais aussi par des travaux antérieurs, où l'air pouvait arriver, dans certaines limites, à la substance en décomposition. Ainsi, par exemple, König et Kiesow (34), dans la décomposition forménique de la poudre d'os, de la poudre de viande, de la bouse de vache, Dietzell (15), dans celle du sang desséché, et dernièrement Morgen et König (45), dans la même matière, ainsi que dans la poudre d'os, de cuir et de corne, ont trouvé qu'une plus ou moins grande portion de l'azote se dégage à l'état libre et passe dès lors à une forme où il est considéré comme entièrement perdu pour la végétation.

Les idées sur les causes premières de cette perte d'azote diffèrent en partie. Morgen et König admettent qu'elle est provoquée, en première ligne, par des processus d'oxydation, que l'ammoniaque naissante dans l'acte de la décomposition est en partie brûlée par l'oxygène et donne de l'eau et de l'azote. Cette idée ne paraît pourtant pas de prime abord être exacte, en tant que la quantité d'oxygène disponible dans une masse fermée à l'accès de l'air et dégageant,

même dans ces circonstances[1], de l'azote libre, serait tout à fait insuffisante pour l'oxydation de l'ammoniaque, abstraction faite de ce que cet oxygène, comme il a été montré, est mis en réquisition par le carbone des matières organiques. En outre, il y a un fait, appuyé par de nombreuses expériences[2], qui s'élève contre cette idée : dans une masse de matières organiques bien aérées, il y a une très énergique oxydation de l'ammoniaque en acide nitrique.

La conclusion à en tirer est que, à conditions extérieures égales, il est impossible qu'une transformation de l'ammoniaque en acide nitrique puisse se faire en même temps que sa transformation en eau et en azote. C'est pour cela, et en considérant que l'aération du matériel d'essai était incomplète dans les expériences citées de König, Kiesow et Morgen, que, tant que la preuve exacte et directe n'en aura pas été fournie, je ne pourrai admettre que l'azote gazeux résulte d'une oxydation de l'ammoniaque.

D'après Dietzell, la séparation de l'azote gazeux doit être attribuée à l'acide nitreux libre qui se dégage de la masse en décomposition, par suite de la formation d'acides gras volatils ou d'acide carbonique qui décomposent les nitrites (de chaux, de potasse) et mettent l'acide nitreux en liberté. Voici une citation de Dietzell qui explique comment se fait le passage de l'azote combiné (leucine, amines primaires) à l'azote gazeux dans ces expériences sur la décomposition.

« La leucine, sous l'influence de l'acide nitreux, se transforme en acide leucique avec élimination d'eau, tandis que l'azote se dégage en nature; cette réaction est si nette qu'elle est utilisée pour la détermination de l'azote de la leucine[3]. L'acide azoteux décompose aussi les amines primaires en mettant en liberté de l'azote (25) et, d'après Kern (30) et Schulze (63), les sels ammoniacaux sont déjà partiellement décomposés, à froid, par l'acide nitreux avec dégagement d'azote. Enfin, les amines primaires sont décomposées dans le même sens par l'azotite d'ammoniaque; l'ammoniaque est chassée d'abord, puis l'acide nitreux, devenu libre, les décompose. »

Jusqu'ici on ne peut dire, faute de données expérimentales suffi-

1. Comparer les essais ci-dessus de Dehérain et Maquenne.
2. Voir le chapitre I.
3. R. Sachse, *Landw. Versuchsstationen*. Vol. XVII, p. 327.

santes, si l'explication donnée par Dietzell, pour le processus en question, répond à la réalité des faits, ou s'il y a d'autres réactions encore inconnues qui interviennent dans le phénomène.

Divers moyens ont été proposés et appliqués, avec des succès divers, pour éviter la perte d'azote dans les engrais d'origine organique. Les meilleurs résultats, jusqu'ici, ont été obtenus par le mélange des engrais avec du gypse, de la kaïnite, de la magnésie potassée, du superphosphate sulfaté, et en recouvrant les fumiers d'une couche de terre. [Voir les recherches de König (34), Morgen (44), Holdefleiss (24) et Heiden (23).]

Dietzell (49) propose d'ajouter aux engrais organiques azotés de la chaux pour retenir l'acide nitreux libre qui, d'après lui, provoque la formation de l'azote libre. Il n'y a pas à craindre de pertes notables d'ammoniaque, comme ses essais l'ont établi.

Si l'emploi des moyens précédents se généralise dans la pratique, il faut se demander si, ce qui est très probable, on ne diminue pas ainsi la faculté de décomposition des engrais, spécialement la solubilité de l'azote qu'ils renferment et, par suite, son assimilabilité. Les résultats de mes expériences (voir plus haut) relatives à l'influence des sels, des bases et des acides, sur l'aptitude à la décomposition des matières organiques, autorisent cette supposition. Elles passent à un état sous lequel elles résistent mieux aux agents d'altération que sous leur état naturel. Les éléments nutritifs, qui deviennent solubles à mesure que la décomposition progresse, se transforment beaucoup plus lentement, et c'est là une circonstance qui n'est pas à rechercher. La pratique agricole a plutôt intérêt à ce que les principes nutritifs contenus dans les matières organiques passent le plus rapidement et le plus complètement possible à l'état assimilable. Ce desideratum ne peut être réalisé qu'en évitant, par des mesures appropriées, la mise en jeu des processus de la décomposition forménique et en favorisant, au contraire, par tous les moyens, le mode de décomposition en présence de l'oxygène, dans l'hypothèse qu'il n'y a pas ici dégagement d'azote gazeux[1]. Les pertes, par évaporation d'ammoniaque ou par dissolution d'acide

1. Comparez les expériences précédentes.

nitrique, sont facilement évitées, avec quelque attention, par des procédés spéciaux.

Comme on l'a déjà vu, la volatilisation des matières organiques est relativement faible en l'absence de l'air : il se forme une masse solide de couleur sombre, semblable à de la tourbe, qui ne se décompose que lentement, même si elle est soumise ensuite complètement aux conditions de la décomposition en plein air. Les transformations qu'éprouvent alors les matières organiques n'ont encore été que peu étudiées. Pourtant, grâce à quelques analyses élémentaires, surtout à celles de tourbe d'âges divers, faites par Detmer (14), on peut s'en faire une idée approchée.

Pour voir quelle influence exerce à la longue la décomposition sur l'humus, cet auteur a analysé trois échantillons de tourbe de Jessbecker, l'un (I) de tourbe brune de la surface, les autres de tourbe noire, pris (II) à 7 pieds et (III) à 14 pieds de profondeur. Dans I, les restes de plantes étaient encore très reconnaissables. Les n°s II et III représentaient une masse plus homogène. Les échantillons, desséchés à 120 degrés centigrades, renfermaient (sans tenir compte des cendres) :

	I.	II.	III.
Carbone	57.75	62.02	64.07
Hydrogène	5.43	5.21	5.01
Azote	0.80	2.10	4.05
Oxygène	36.02	30.67	26.87
Cendres	2.72	7.42	9.16

Les matières organiques deviennent donc plus riches en azote et en carbone à mesure que progresse la décomposition, parce que les éléments azotés s'altèrent plus lentement que ceux qui n'ont pas d'azote et que l'hydrogène et l'oxygène se dégagent en plus grande proportion que le carbone. Comme le poids de toute la masse diminue, tandis que les matières minérales, si elles ne sont pas lavées, restent sans changement, leur taux relatif augmente naturellement.

Les résultats précédents concordent avec ceux des expériences faites par moi, par Vœlcker (70) et par Wolff (79), sur les modifications des fumiers et de la tourbe. Les fumiers employés dans

mes recherches (p. 303) renfermaient pour 100 de substance sèche :

	CARBONE.
Fumier de bêtes à cornes frais	26.23
— — vieux de 8 semaines	33.34
— — — 20 —	39.19
Fumier de mouton frais	39.96
— à demi décomposé	41.47

Dans la tourbe, le taux de carbone rapporté à la matière desséchée à 105 degrés s'établissait comme il suit :

	TOURBE de Donaumoos.		TOURBE de Cunrau.
Couche supérieure	45.89	Couche supérieure	46.18
Deuxième couche	48.62	— moyenne	49.21
Troisième —	48.41	— inférieure	49.11
Quatrième —	48.96		
Cinquième —	49.44		

Si les résultats obtenus par Detmer, pour le carbone, sont confirmés par ces chiffres, il en est de même pour l'azote et les matières minérales d'après les essais de Vœlcker et de Wolff. Vœlcker a déterminé le taux de ces éléments dans du fumier à divers degrés de décomposition, et il a trouvé, en rapportant toujours à la substance sèche :

	FUMIER		
	frais.	vieux de 3 mois.	vieux de 6 mois.
Azote soluble	0.44	0.91	1.21
— insoluble	1.46	1.55	1.26
Azote total	1.90	2.46	2.47
Matières minérales solubles	4.38	8.84	4.98
— insolubles	11.97	16.25	26.78
TOTAL des matières minérales	16.35	26.09	31.76

Dans les essais de Wolff, on obtient les chiffres suivants :

	FUMIER	
	frais.	décomposé.
Azote dans la substance sèche	1.648	2.132
Matières minérales dans la substance sèche	3.487	9.131

Dans ces cas aussi, on a remarqué un enrichissement notable en azote et en cendres à mesure que progressait la décomposition.

B. — Intervention des micro-organismes dans la décomposition forménique des matières organiques.

Il a été si explicitement parlé plus haut de la part que les micro-organismes prennent à l'oxydation du carbone en acide carbonique, qu'il suffit de la rappeler. Il s'agit maintenant de rechercher si l'on doit rapporter aux mêmes causes les autres processus de la décomposition forménique. Les expériences de Dehérain relativement au dégagement de gaz des marais dans la décomposition du fumier et de la paille, montrent nettement que ces réactions sont dues aussi à l'activité des organismes inférieurs.

En ajoutant du chloroforme à des échantillons pris dans les couches inférieures d'une masse de fumier ou en les chauffant à 85 degrés, le dégagement de gaz cessa aussitôt. La masse resta alcaline, et l'ammoniaque se trouva dans la solution à l'état de carbonate.

Une des propriétés du ferment est de ne pouvoir vivre sans oxygène, comme il résulte de ce fait que le dégagement de formène est interrompu si, de temps en temps, on n'introduit pas un peu d'air dans la matière. Si le fumier est placé dans un vase hermétiquement clos, la réaction dure quelques jours et cesse. Si l'on ouvre le vase et qu'on introduise ainsi de l'air, la réaction recommence jusqu'à ce qu'il arrive un moment où elle s'interrompt à nouveau. La présence de l'air paraît donc nécessaire à la vie du ferment, qui provoque la formation du gaz des marais.

Le dégagement d'hydrogène observé par Dehérain, et caractérisé par la présence simultanée de l'acide butyrique, est dû aussi à des microbes, comme cet auteur l'a démontré, microbes dont l'activité n'est pas liée à la présence de l'air, mais s'exerce d'une manière continue en l'absence d'oxygène.

D'après ces résultats, Dehérain chercha à déterminer si le dégagement de gaz des marais et d'hydrogène est dû à un seul et même ferment, suivant la composition du substratum, ou à deux organismes distincts. Les essais rendent très vraisemblable qu'il y a dans

le fumier deux ferments différents qui donnent, outre l'acide carbonique, l'un du gaz des marais, l'autre de l'hydrogène.

Ordinairement un ferment exclut l'autre, et il arrive rarement que les gaz dégagés dans la fermentation renferment à la fois de l'hydrogène et du gaz des marais. Ce dernier paraît être le plus fréquent dans la décomposition du fumier; pourtant, dans certains cas, on a un mélange d'hydrogène et de gaz des marais, et alors il y a toujours un des gaz qui l'emporte sur l'autre.

Gayon (22) a aussi trouvé de nombreuses bactéries dans du fumier qui pourrissait en l'absence d'air et qui dégageait, dans ces conditions, du gaz des marais et de l'acide carbonique. Dans des cultures spéciales, il a isolé un ferment qui provoquait la fermentation de la cellulose et dégageait alors les deux gaz précédents.

Comme la nitrification, la réaction inverse, c'est-à-dire la réduction des nitrates paraît être un processus de chimie physiologique, dont Gayon et Dupetit (21) ont cherché à déterminer les conditions.

Ces auteurs ont trouvé, dans leurs recherches sur les nitrates, que ceux-ci disparaissaient peu à peu et que la solution se remplissait d'organismes microscopiques, cause première de la réduction des nitrates, puisque la liqueur reste limpide et le nitrate intact si on la stérilise par la chaleur ou si l'on y ajoute du chloroforme ou du sulfate de cuivre. Les micro-organismes en question, cultivés en large contact avec l'air atmosphérique, ont une action bien moindre ou même nulle. La température optimum pour eux est de 35 à 40 degrés centigrades. Ils se nourrissent de matières organiques; mais toutes n'ont pas la même valeur nutritive. (*Voir l'Appendice, note I.*)

Outre ces microbes, qui poussent la réduction des nitrates jusqu'à l'azote gazeux, ces deux expérimentateurs en ont encore observé, dans des recherches ultérieures, d'autres qui n'enlèvent aux nitrates que les deux tiers de leur oxygène, c'est-à-dire qui les transforment en nitrites.

A ces organismes appartient, en première ligne, un microbe qui a pu être isolé à l'état pur et qui a la forme d'un petit bâtonnet mobile donnant peu de spores. Ce microbe *a* a été ensemencé dans du

bouillon de poule, contenant 60 gr. de nitrate de potasse par litre, et placé dans de longs tubes étroits, en présence d'une petite quantité d'air, ou dans une atmosphère d'acide carbonique, ou enfin dans le vide. A 35 degrés, l'organisme se multiplia rapidement et troubla la solution sans dégager la plus faible trace de gaz. Toutefois, le nitrate se transforma peu à peu et entièrement en nitrite, et une petite quantité de l'acide carbonique formé pendant la réaction fut dissoute sous forme de carbonate de potasse. Le volume d'oxygène correspondant à l'acide carbonique dégagé était inférieur à celui qu'avait fourni la décomposition du nitrate. Comme il n'y a eu aucun autre dégagement de gaz, la différence d'oxygène a été probablement absorbée par le microbe pour son développement. Cet organisme vit très facilement dans le bouillon de poule, qu'il réduit très énergiquement; il y vit même s'il y est saturé de nitrate de potasse, et il peut décomposer, par jour, jusqu'à 10 gr. de ce nitrate par litre. Il se développe mal, au contraire, dans les liqueurs artificielles.

La plupart des organismes microscopiques ont la même aptitude de décomposition, mais souvent moins prononcée. Jusqu'ici on n'en a trouvé qu'un qui ne donne pas de nitrite, bien qu'il puisse vivre dans du bouillon additionné de nitrate. Parmi les organismes producteurs de nitrites, il y en avait un second *b* en forme de bâtonnet allongé, immobile, avec spores et deux microbes, l'un *c* en longs fils riches en spores, l'autre *d* en petits bâtonnets immobiles, contenant chacun une spore. Cultivés dans du bouillon de poule, avec 10 gr. de nitrate de potasse par litre, ces quatre microbes donnent, par jour et par litre : *a*, 9^{gr},6 de nitrite ; *b*, 2^{gr},8; *c*, 6^{gr},8, et *d*, 5^{gr},6.

Le microbe du choléra des poules, expérimenté en même temps, a fourni 0^{gr},5 de nitrite ; celui du sang de rate, 0^{gr},1, et le vibrion septique, 0^{gr},8.

Les bactéries ci-dessus, qui déterminent les divers modes de décomposition forménique, n'ont pas encore été exactement caractérisées au point de vue morphologique. D'après Cohn (7), le *Bacterium Termo* doit être le ferment de cette décomposition, comme la levûre de bière est celui de la fermentation alcoolique. Faute de résultats d'observation suffisants, on ne peut savoir, à l'heure qu'il est, jusqu'à quel point cette idée est conforme à la réalité. Il est probable

que différentes formes de bactéries interviennent; par exemple, il faut admettre que le *Bacillus amylobacter* (van Tieghem [68]) y joue un rôle important comme agent de la fermentation butyrique. Au point de vue biologique, les organismes dont il est question font partie des ferments anaérobies, qui ne peuvent vivre qu'en l'absence complète de l'oxygène de l'air, ou qui, du moins, ne supportent que des doses intermittentes de ce gaz.

C. — Conditions biologiques des organismes qui interviennent dans les processus de réduction.

L'existence et l'activité de ces microbes sont naturellement liées à certaines circonstances extérieures qui, par leurs variations, provoquent les phénomènes complexes de cette sorte de décomposition. En premier lieu, il y a à considérer les exigences au point de vue de l'oxygène. Les organismes dont il est ici question, qui comptent parmi les anaérobies, comme, par exemple, le *Bacillus amylobacter,* se nourrissent parfaitement sans oxygène ; le libre accès de l'air ralentit ou suspend leur végétation. Pourtant, quelques ferments semblent ne pouvoir exister que si on leur fournit de temps en temps de l'oxygène. L'observation de Nencki et Nægeli est à noter, que des bactéries, agents de fermentation, vivent très bien sans oxygène si elles se trouvent dans une solution appropriée, apte à fermenter, mais que ces mêmes bactéries ne peuvent plus se développer qu'en présence d'oxygène si elles ont à leur disposition un liquide nutritif moins favorable.

Comme chaque processus de végétation dépend de la température du milieu ambiant, celui de ces bactéries est aussi essentiellement régi par les rapports de température, ainsi qu'il a déjà été exposé pour celles de la décomposition à l'air libre. D'après les faits précédents, les organismes en question peuvent végéter dans de très larges limites de température, et leur optimum est très élevé.

Le *Bacterium Termo* végète, par exemple, entre 5 degrés et 40 degrés ; son optimum gît entre 30 degrés et 35 degrés. Le *Bacillus amylobacter* a, d'après Fitz, son optimum vers 40 degrés, son

maximum vers 45 degrés. Les températures de germination paraissent être plus élevées, du moins pour quelques espèces.

Quant aux limites inférieures de température, on peut les considérer comme n'existant pas en réalité, tant est grand le nombre des bactéries qui peuvent supporter, sans périr, les températures les plus basses. La limite supérieure, qui provoque la mort des cellules végétatives de la plupart des formes, est à peu près la même que pour la généralité des autres plantes, c'est-à-dire 50-60 degrés centigrades. Quelques-unes résistent pourtant à des températures de plus de 100 degrés. La composition chimique et physique du milieu nutritif n'est pas de moindre importance pour la présence et le développement des diverses espèces que les conditions de température : cela résulte de nombreuses observations.

On est seulement en train de faire des recherches plus approfondies sur les conditions spéciales de la vie de ces microbes ; ce que nous venons d'en dire est suffisant. (*Voir l'Appendice, note H.*)

III. — LA FERMENTATION AMMONIACALE DE L'URÉE.

L'urine normale de l'homme et des mammifères domestiques prend, comme on sait, une odeur ammoniacale par l'exposition à l'air. Ceci tient à ce que l'urée se transforme en carbonate d'ammoniaque par l'absorption de deux équivalents d'eau :

$$\underset{\text{Urée.}}{CH_4Az_2O} + \underset{\text{Eau.}}{2H_2O} = \underset{\text{Carbonate d'ammoniaque.}}{2(AzH_3)CO_3}$$

La liqueur, d'abord claire, se trouble grâce à des micro-organismes consistant en bactéries et champignons de toutes sortes, parmi lesquels le *Micrococcus ureæ*, Cohn, est l'agent de la fermentation dont nous parlons. Pasteur a le premier montré que le micrococcus, isolé et cultivé dans une solution nutritive renfermant de l'urée pure, y provoque la même décomposition que dans l'urine. Le micrococcus a la forme de petites cellules rondes, de 1,25 à 2 μ qui, pas toujours, mais souvent, se présentent en chapelets assez longs, ayant plus de 12 cellules. Ceux-ci, fréquemment, sont ondulés, repliés en boucle et enfin se tortillent en pelotes.

Les conditions biologiques de ces organismes inférieurs ont été étudiées par Ladureau (35) et Muller (46). Le premier établit que le ferment existe en quantités notables aussi bien dans l'air que dans le sol, dans les eaux atmosphériques et beaucoup d'eaux souterraines. Dans le vide, et sous la pression ordinaire, il végète aussi bien qu'à la pression de trois atmosphères. Il supporte des températures de 100 degrés et plus, mais il est tué vers 130 degrés. La fermentation a lieu en présence de l'air, de l'oxygène aussi bien qu'en présence de l'azote, de l'hydrogène, du protoxyde d'azote et de l'acide carbonique; mais elle est très affaiblie dans ces derniers cas, particulièrement avec l'hydrogène et l'acide carbonique, comme le montrent les chiffres suivants :

GAZ INTRODUIT.	AMMONIAQUE par litre après	
	20 jours.	40 jours.
—	—	—
	Gr.	Gr.
Air	8,77	10,23
Oxygène	2,79	8,99
Azote	8,13	9,19
Hydrogène	3,76	6,68
Protoxyde d'azote	7,60	9,12
Acide carbonique	0,97	5,94

En dehors du chloroforme, qui paralyse le ferment ammoniacal, les anesthésiques (alcool, éther) agissent à peine, et les antiseptiques (acides borique, carbolique, salicylique, naphtaline, sulfate de zinc, bichlorure de mercure) n'ont d'influence sensible qu'à des doses relativement fortes. Les acides (phosphorique, sulfurique, chlorhydrique) et les sels (monophosphate de chaux), même à hautes doses, n'exercent qu'une action faiblement nuisible sur l'activité des microbes considérés.

Ces conclusions, tirées par Ladureau, pourraient, si l'on n'avait les résultats, donner facilement lieu à des erreurs, parce qu'elles admettent une autre explication. On remarque notamment que la diminution dans la formation de l'ammoniaque, par l'addition de diverses substances, a été relativement très importante, si bien qu'on peut ne pas se ranger à l'avis de l'absence d'influence, comme il ressort de ce qui suit.

La liqueur employée pour la fermentation ammoniacale renfer-

mait 2 p. 100 d'urée. On y ajouta un peu de terre de jardin et différents sels et acides. Leurs proportions et celles de l'ammoniaque formée sont rapportées, dans le tableau suivant, à 100 centim. cubes de solution.

		GR.	GR.	GR.	GR.	GR.
Acide phosphorique . .	Quantité employée . .	0,00	0,40	0,80	1,00	4,00
— . .	Ammoniaque formée .	1,20	1,00	1,08	0,36	0,20
Acide sulfurique . . .	Quantité employée. .	0,00	0,10	0,50	1,00	»
— . . .	Ammoniaque formée .	0,27	0,24	0,20	0,18	»
Monophosphate de chaux	Quantité employée. .	0,00	0,40	0,80	1,00	4,00
— . . .	Ammoniaque formée .	1,20	1,12	1,04	0,80	0,84
Chaux caustique . . .	Quantité employée. .	0,00	0,10	0,20	0,50	1,00
— . . .	Ammoniaque formée .	0,33	0,30	0,27	0,20	0,17
Acide carbolique . . .	Quantité employée. .	0,00	0,50	0,10	0,20	0,50
— . . .	Ammoniaque formée .	0,30	0,28	0,25	0,20	0,17
Acide borique[1]	Quantité employée. .	0,00	0,10	0,20	0,40	»
—	Ammoniaque formée .	1,28	1,18	0,80	0,30	»

On voit que, dans tous les cas, il y a eu un abaissement remarquable dans la formation de l'ammoniaque, même en employant des quantités de substances relativement faibles. Cette conclusion, contraire à celle tirée par Ladureau, est confirmée par les recherches d'Alexandre Muller, qui avait observé déjà que le fer et le cuivre arrêtent la fermentation, et qu'il en est de même si on ajoute à l'urine fraîche à peine un dixième de la quantité d'acide chlorhydrique ou sulfurique nécessaire pour saturer toute l'ammoniaque quand la fermentation est achevée.

Dans les nouveaux essais de Muller, on employa de l'urine d'un homme sain, soumis à une alimentation riche et régulière, usant de beaucoup d'eau ; on l'employa soit fraîche, soit fermentée, à divers degrés de dilution, avec ou sans addition d'autres substances. Plusieurs expériences furent ensuite répétées avec du carbonate d'ammoniaque.

Parmi les résultats les plus importants[2], il faut d'abord indiquer que la réaction acide ou basique de la liqueur est décisive pour l'é-

1. Pour les essais avec l'acide borique on a employé de l'urine fraîche.

2. La quantité de matière ajoutée à l'urine a varié de $0^{gr},25$ à $0^{gr},63$ par 100 centim. cubes.

nergie de la fermentation. Des matières basiques, à l'exception de lessives caustiques concentrées, activent le phénomène ; des acides l'entravent à un bien plus haut degré. Sous ce rapport, les micro-organismes se comportent dans la fermentation de l'urine comme ceux qui oxydent les matières organiques.

Les acides sulfurique, nitrique et chlorhydrique, et notamment l'acide sulfureux, se sont signalés comme de puissants antizymotiques, tandis que l'acide oxalique et l'acide acétique influaient moins désavantageusement, parce qu'ils sont consommés peu à peu par le champignon. L'acide phosphorique a eu une action peu nette. Les essais avec des moyens d'oxydation n'offrirent aucun résultat certain. Le permanganate de potasse a accéléré la fermentation, et le chlorate de potasse l'a retardée.

Le chlorure de calcium, malgré son alcalinité, a agi dans le même sens, mais à un degré extraordinaire, bien certainement comme spécifique. Le sulfure de carbone, le chloroforme se sont montrés d'excellents antizymotiques; l'alcool, et plus encore l'éther, venaient ensuite. Le mélange d'acide borique et de borax n'a pas arrêté la décomposition au degré qu'on attendait.

En gros, ces observations concordent bien avec celles que j'ai faites sur la décomposition oxygénée.

Quoique l'action des autres facteurs, particulièrement celle de la chaleur, n'ait pas été jusqu'ici étudiée de près, on peut conclure, par analogie, qu'elle intervient dans le phénomène de la même façon que dans la décomposition ou dans la pourriture.

En ce qui concerne spécialement l'influence de la chaleur, on doit admettre sûrement qu'elle s'exerce entre un minimum et un maximum, en passant par un optimum.

N'oublions pas d'ajouter, pour être complet, que la destruction de l'acide hippurique dans l'urine, destruction qui se fait suivant l'équation :

$$\underset{\text{Acide hippurique.}}{C_9H_9AzO_3} + \underset{\text{Eau.}}{H_2O} = \underset{\text{Glycocolle.}}{C_2H_5AzO_2} + \underset{\text{Acide benzoïque.}}{C_7H_6O_2}$$

est due, d'après van Tieghem, à un micrococcus qui est peut-être identique au *M. ureæ,* mais qui exige encore de nouvelles recherches.

IV. — FERMENTATION ALCOOLIQUE DANS LA DÉCOMPOSITION DES MATIÈRES ORGANIQUES

Il ressort des travaux de Müntz (47) que l'alcool existe en quantités non négligeables dans les sols de jardin et dans ceux qui sont riches en matières organiques. Ces quantités sont telles qu'on peut extraire l'alcool et démontrer ses propriétés principales. Il faut donc admettre que, dans la décomposition des matières organiques, il intervient des espèces de saccharomyces.

V. — ENSEMBLE DES PHÉNOMÈNES RELATIFS A LA DÉCOMPOSITION

Par les considérations et les résultats précédemment exposés, on voit aisément que la présence et l'activité des différentes espèces de bactéries, agents des divers processus de décomposition, sont liées à certaines conditions extérieures. On a montré que, pour les deux modes les plus importants, sous les rapports agricole et hygiénique, c'est-à-dire pour la décomposition à l'air et la décomposition sans air, c'est surtout la quantité d'air disponible qui domine le phénomène. Tant que l'oxygène, jusqu'à une certaine limite, arrive librement à la matière organique, ce sont les processus d'oxydation qui interviennent (décomposition ordinaire) ; quand l'accès de l'air est limité, ou en l'absence totale d'air, ce sont les processus de réduction (décomposition forménique). Si l'on considère que la formation de principes assimilables aux dépens des matières organiques n'est possible que dans la décomposition avec oxygène, tandis que dans l'autre on n'obtient guère que des combinaisons difficilement assimilables ou sans valeur, voire même nuisibles, on devra recommander, pour utiliser au mieux les éléments nutritifs contenus dans les matières d'origine organique et empêcher la naissance de produits nuisibles, l'emploi des mesures pratiques qui provoqueront seulement les processus de décomposition oxygénée.

Il résulte de ce qui a été dit plus haut sur les conditions auxquelles ces processus sont liés, que les fonctions des micro-organismes de la décomposition sont exaltées dans la mesure où s'accroît l'intensité

des divers facteurs qui influent sur eux, qu'elles atteignent un maximum, puis décroissent jusqu'à s'arrêter ou jusqu'à ce que, par suite de la présence en masse d'autres organismes, favorisés dans leur multiplication et leur activité par d'autres conditions biologiques, le processus de décomposition prenne un autre caractère tout différent du précédent.

De la première partie de cette phrase, qui s'applique aussi aux phénomènes biologiques des plantes supérieures, il résulte que si les divers facteurs agissent dans le même sens, ils se prêtent un mutuel appui et que les organismes atteignent leur maximum d'activité quand toutes les conditions extérieures se présentent dans l'état le plus favorable.

A quantité égale de substance organique, la décomposition sera d'autant plus intense que, par exemple, la chaleur et l'humidité seront à leur degré optimum. L'expérience suivante, que j'ai faite, le prouve très nettement.

TAUX D'EAU dans la terre de compost.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE dans 1 000 volumes d'air.				
	10 degrés.	20 degrés.	30 degrés.	40 degrés.	50 degrés.
P. 100.					
6.79	2.03	3.22	6.86	14.69	25.17
26.79	18.38	54.24	63.50	80.06	81.52
46.79	35.07	61.49	82.12	91.86	97.48

Dans la nature, les divers facteurs agissent rarement dans le même sens, mais le plus souvent dans des sens opposés, si bien que l'effet total est très variable. Ainsi, par exemple, la température peut n'avoir qu'une très médiocre influence s'il n'y a pas dans le sol des quantités d'eau suffisantes, et inversement, celles-ci n'exerceront tout leur effet que si la température est optimum. Voici un exemple très instructif :

TERRE DE COMPOST.	VOLUME D'ACIDE CARBONIQUE. dans 1 000 volumes d'air.				
Température	10°	20°	30°	40°	50°
	P. 100.	P. 100.	P. 100.	P. 100.	P. 100.
Taux d'eau	46.8	36.8	26.8	16.8	6.8
Acide carbonique.	33.18	62.27	73.23	66.83	14.42

Les températures élevées (40 degrés et 50 degrés) n'ont pu exer-

cer leur plein effet, parce qu'il y avait trop peu d'eau dans le sol. De même, les taux d'humidité les plus favorables (46.8 p. 100 et 36.8 p. 100) n'ont pas eu sur la décomposition leur influence normale, parce qu'en même temps les températures trop basses du sol étaient défavorables.

Les autres facteurs de l'activité des organismes du sol se comportent comme l'eau et la température, ainsi qu'il ressort de ce qui a été dit précédemment. On peut donc poser cette conclusion importante, pour l'appréciation des réactions qui se passent dans la décomposition des matières organiques : *Les processus de décomposition sont réglés quantitativement et qualitativement par celui des facteurs qui intervient au minimum.*

Cette proposition facilite, d'une part, essentiellement l'intelligence des réactions extrêmement compliquées qui se passent dans la nature et permet, d'autre part, d'étudier toute une série de mesures pratiques à employer pour régler ces réactions.

Je me réserve de publier ultérieurement l'exposé détaillé des moyens à adopter à ce sujet, moyens qui, du reste, ont déjà été brièvement indiqués dans une autre circonstance[1].

APPENDICE

Depuis 1886, date de la publication du travail dont nous venons de donner la traduction, on a fait sur cette question de la décomposition des matières organiques, question si complexe et si importante aux points de vue scientifique, hygiénique et agricole, de nombreuses recherches. Nous résumons ci-après les principales d'entre elles, afin de mettre, dans la mesure de nos moyens, le

1. Cf. *Deutsche landw. Presse,* 1883, n°s 85, 87, 89 ; 1884, n°s 23, 24, 27 29, 31.



lecteur au courant de l'état actuel de nos connaissances sur ce point.

E. Henry.

Note A.

Sur le dégagement de l'azote gazeux dans la décomposition des matières organiques. — Que la décomposition ait lieu en présence ou en l'absence d'oxygène, on peut s'attendre à un dégagement d'azote gazeux lorsqu'il y a transformation des sels ammoniacaux ou des amines primaires en nitrates, ou bien lorsqu'il y a réduction des composés oxygénés de l'azote.

D'après les essais de Reiset et d'autres auteurs, on admettait presque généralement que l'azote combiné pouvait passer à l'état de corps simple dans les deux modes de décomposition. Mais des expériences très soignées de Kellner (29) et surtout de Tacke (67) et d'Ehrenberg (16), ont montré que si les matières organiques ne renferment pas de nitrates ou de nitrites, elles ne dégagent pas d'azote gazeux en l'absence d'oxygène ou du moins de quantités notables de ce gaz. Ces résultats ont été confirmés par un travail récent de Schlœsing (60) sur la fermentation du fumier; il n'y a pas eu dégagement d'azote gazeux[1].

Les choses peuvent changer si, dans les matières en décomposition, il y a des nitrates ou des nitrites. Dehérain et Maquenne, Gayon et Dupetit, Leone, etc., ont montré que les nitrates qu'on mélange ou qui se forment dans les substances en décomposition y subissent une réduction énergique. Tacke, serrant la question de plus près, constata que, dans la réduction des nitrates, il se formait, outre l'oxygène, tous les degrés intermédiaires d'oxydation (Az^2O, AzO et Az^2O^3) et que la proportion de ces divers produits était très variable. En présence de l'oxygène, la réduction s'affaiblit sans s'arrêter. Dans

1. M. Dehérain soutient au contraire (C. R., 1888, t CVI) qu'il n'a jamais pu retrouver, à la fin d'une opération, la quantité d'azote combiné introduite au début et qu'il a toujours eu une perte considérable d'azote se dégageant à l'état libre. M. Reiset, qui a le premier (1856) signalé ce fait, persiste à déclarer (C. R., 1889, t. CVIII, p. 708) que la production de formène pendant la décomposition anaérobie des fumiers est accompagnée d'un dégagement d'azote qui peut être considérable.

les essais de Tacke, l'aération ne pouvait se faire complètement, sans quoi la réduction aurait probablement cessé.

Ehrenberg est arrivé aux mêmes résultats.

Leone (38) s'est occupé récemment de la réduction des nitrates et nitrites par les micro-organismes. D'après lui, les nitrates ne peuvent par eux se transformer en ammoniaque, et leur azote ne serait pas assimilé par les microbes; c'est seulement après sa transformation en ammoniaque que l'azote des nitrates ou nitrites est important pour la vie des micro-organismes. Il ressort de ses essais que le dégagement d'azote gazeux, dans la réduction des nitrates peut être très important. On sait que déjà en 1882 (C. R., t. XCV, p. 644) MM. Gayon et Dupetit ont décrit un *bacillus denitrificans,* qui décompose même le nitrate de potasse en donnant lieu à un dégagement d'azote pur. Ce dégagement pourrait avoir lieu aussi dans la nitrification de l'ammoniaque, qui se fait dans presque tous les sols et même dans les fumiers s'il y arrive assez d'air. Dehérain (12) a observé un dégagement d'azote gazeux dans la nitrification des terres cultivées.

Tacke (67) est arrivé au même résultat. Il se servait de sols auxquels il ajoutait du sel ammoniac; pendant toute la durée de l'essai, il prit soin d'aérer énergiquement le sol pour être sûr qu'il ne pouvait y avoir de réduction, et, en effet, il ne put jamais constater d'acide nitreux, qui se forme si vite dès qu'il y a réduction. A diverses reprises, il eut une perte plus ou moins grande d'azote, mais on ne peut savoir s'il s'est dégagé à l'état d'azote ou de protoxyde d'azote. Ehrenberg (16) a cherché si, dans la transformation des sels ammoniacaux en nitrate en présence de l'oxygène, il se formait de l'azote. Il n'en a pas constaté du tout; mais son aération était faible. L'auteur n'indique pas les quantités d'acide nitrique formées; il a fait seulement l'essai qualitatif; on ne peut donc juger de l'intensité de la nitrification.

Schlœsing (58) a dernièrement démontré, de la manière la plus convaincante, que, dans la nitrification même énergique, il n'y a pas de perte d'azote. Dans trois essais où le chlorhydrate, le sulfate et le carbonate d'ammoniaque furent soumis à la nitrification dans un sol humide, et passèrent presque entièrement à l'état d'acide nitrique

dans un temps relativement court, il n'y eut aucune perte d'azote décelable par l'analyse des gaz et dépassant les limites des erreurs possibles. Schlœsing, comme Ehrenberg, a seulement remplacé dans son appareil l'oxygène fixé; il n'a pas aéré énergiquement comme l'a fait Tacke. Enfin, tout récemment, Immendorff (28) a fait des essais pour démontrer eudiométriquement si, dans un sol bien aéré, il se dégageait de l'azote gazeux dans la décomposition des matières organiques azotées. Il y eut, pendant les premières semaines, dans les deux sols en expérience, une fermentation ammoniacale assez vive, et le dégagement d'azote a été extrêmement faible ou même nul. Plus tard, sans doute pendant la nitrification, les pertes en azote sont relativement importantes. En tout, les quantités d'azote dégagées à l'état gazeux, ont été de 16 centim. cubes pour le n° I et de 9 centim. cubes pour le n° II. Une autre série d'expériences fut installée pour démontrer, par la méthode des différences, les pertes d'azote dans la décomposition des matières organiques fortement aérées. Au bout de 340 jours, dans les essais 1, 2, 4, 5 non stérilisés, il y avait moins d'azote à la fin qu'au début; dans les essais 3 et 6 stérilisés, la quantité était restée la même. Ceci montre qu'en l'absence des bactéries, la simple action chimique de l'oxygène est impuissante à mettre en liberté l'azote.

En résumé, si, en présence d'une quantité insuffisante d'oxygène, il ne se dégage pas d'azote gazeux dans la décomposition (Expér. de Schlœsing), quand ce gaz est en surabondance, il y a des pertes d'azote plus ou moins considérables. (Expér. de Tacke et d'Immendorff.) [*Landwirthschaftliche Jahrbücher,* XXI° vol. 1892.]

Note B.

Sur les ferments nitriques et nitreux. — Jusque dans ces derniers temps on a soutenu que la nitrification résultait de réactions purement chimiques[1], et on s'appuyait sur ce qu'on n'avait pu jusqu'a-

1. Voir un travail tout récent de L. de Blasi, de G. Russo Travali (*Gazz. chim.*, XX, p. 18-24), où la nitrification est considérée comme un processus chimique et non physiologique.

lors isoler le ferment nitrique. Récemment, M. Winogradsky (75) a réussi à isoler et cultiver un micro-organisme qui montre le même pouvoir nitrifiant que la terre arable et qui peut croître normalement et exercer son action dans un milieu privé des dernières traces de carbone organique.

C'est un des ferments nitriques. Cette nitrobactérie possède la faculté d'assimiler le carbone de l'acide carbonique.

Voici comment M. Winogradsky résume ses remarquables propriétés (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. IV, p. 275) :

1° Les phénomènes de synthèse sont prévalents dans son activité vitale, de sorte qu'une accumulation de substances organiques en résulte. En cela il est comparable aux plantes à chlorophylle.

2° Les phénomènes de destruction de la matière organique, qui tiennent la première place dans la vie des autres microbes, se réduisent ici à un minimum peu appréciable.

3° Ils sont remplacés chez le ferment nitrique par une action purement et simplement oxydante, spécialement adaptée à l'oxydation de l'ammoniaque qui lui fournit toute l'énergie nécessaire au travail de sa vie.

Des travaux récents de Frankland et Warington (20) ont conduit à des résultats tout à fait semblables. Immendorff a répété les essais de Winogradsky avec succès. Il ne peut donc y avoir doute sur la nécessité des organismes dans la nitrification, d'autant plus que l'opinion de Frank (19), soutenant que l'ammoniaque nitrifiait en présence de terre alcaline et d'oxygène sans l'intervention de micro-organismes, a été contredite par Plath (56), Landolt (36) et Baumann (2).

Dans un récent mémoire, M. Winogradsky (76), frappé de ce fait que, dans les milieux liquides, les nitrites se forment souvent et en abondance, qu'ils sont presque le seul produit de la nitrification en culture pure, a cherché si ce fait n'était pas dû à l'action d'organismes particuliers, capables de transformer l'ammoniaque seulement en acide nitreux, sans pouvoir aller plus loin dans l'oxydation.

Il conclut de ses expériences que les organismes nitrificateurs, transplantés directement de leur milieu naturel dans un liquide faci-

lement nitrifiable, produisent immédiatement de l'acide nitreux en abondance.

Le phénomène se divise nettement en deux périodes, dont la seconde, l'oxydation des nitrites, ne commence qu'après la disparition totale de l'ammoniaque. Dans des cultures ne donnant que des nitrites, il a trouvé des ferments nitreux en masses zoogléiques; en leur absence, aucune nitrification n'a lieu, les ferments nitriques étant totalement dépourvus d'action sur l'ammoniaque et ne pouvant qu'oxyder l'acide nitreux. De la terre stérilisée et ensemencée par une culture pure d'un ferment nitreux, ne produit que des nitrites, et ceux-ci y sont tout aussi stables que dans le milieu liquide. Mais la terre normale ne produit jamais que des nitrates, comme on le sait depuis longtemps. La formation de nitrite y est tout à fait passagère, et la raison pour laquelle l'action du ferment nitrique n'y est presque jamais entravée est, d'après M. Winogradsky, la constitution physique du milieu, sa porosité. Sa surface est énorme en comparaison avec un même volume de liquide ou d'un milieu de culture solide quelconque, et on conçoit aisément que les ferments nitreux ne parviennent jamais à étouffer la végétation des ferments nitriques dans une terre normale.

MM. Schlœsing et Müntz avaient cherché l'explication de la formation d'acide nitreux dans des influences défavorables paralysant l'énergie du ferment nitrique.

M. Müntz (48) cherche maintenant à expliquer la production régulière de nitrate dans le sol, contrairement à ce qui se passe dans un milieu liquide, par l'intervention de phénomènes purement chimiques; et il tire ses arguments de la thermochimie. M. Winogradsky n'accepte pas cette opinion.

Note C.

Influence de l'humidité sur la nitrification. — Aux essais cités par Wollny, on peut encore ajouter ceux de M. Dehérain, dont voici les principaux résultats (13) :

	QUANTITÉ D'EAU DANS 100 GR. DE TERRE.				
	5 CENTIM. CUBES.	10 CENTIM. CUBES.	15 CENTIM. CUBES.	20 CENTIM. CUBES.	25 CENTIM. CUBES.
	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
Acide nitrique formé dans 1 000 kilogr. de terre en 90 jours.	250,00	260,00	270,00	290,00	380,00
Acide nitrique formé dans 1 000 kilogr. de terre en 1 jour	2,77	2,88	3,00	3,22	4,11
Azote nitrifié par jour et par 1 000 kilogr.	0,71	0,76	0,80	0,84	1,09
Sur 100 parties d'azote initial il s'est nitrifié par jour. . .	0,044	0,047	0,050	0,052	0,068

On voit par ces chiffres que l'humidité exerce une action importante sur la nitrification, laquelle augmente avec la proportion d'humidité, du moins quand celle-ci reste dans certaines limites.

Note D.

Influence de la lumière sur la nitrification. — Des expériences de Schlœsing (59) [voir *Contribution à l'étude de la chimie agricole*, par Th. Schlœsing; Paris, 1885, p. 164] il résulte au contraire que l'influence de la lumière ne paraît pas être appréciable.

On trouvera dans le beau livre que nous venons de citer (p. 147-176), un excellent résumé des travaux de l'auteur et des recherches antérieures à 1885, sur la combustion de la matière organique dans le sol, sur la nitrification et les circonstances qui la régissent.

Note E.

Influence de l'alcalinité et des sels sur la nitrification. — Schlœsing a reconnu (59) [*loc. cit.*, p. 163] qu' « une très petite quantité de bicarbonate de chaux, correspondant à quelques millièmes d'acide carbonique dans l'atmosphère confinée était suffisante pour que la nitrification ait lieu; au delà, l'activité du phénomène n'aug-

mente pas. Il y a donc toujours assez d'acide carbonique dans l'atmosphère confinée des sols pour fournir plus de bicarbonate qu'il n'en faut à la nitrification, puisque cette atmosphère contient environ 1 p. 100 d'acide carbonique. »

M. Chuard (6) [C. R., t. CXIV, 1892, p. 181] vient de signaler un exemple très remarquable de nitrification, s'opérant tout à fait en dehors des conditions généralement admises.

Il a constaté que la partie superficielle du sol des tourbières, ce qu'on appelle le terreau de tourbe, nitrifie assez activement, bien que ce milieu paraisse essentiellement impropre à ce phénomène. On admet, en effet, qu'une réaction neutre ou faiblement alcaline du milieu nitrifiant et la présence en quantité suffisante d'une base salifiable, libre ou carbonatée, sont de nature à favoriser la nitrification. On considère en outre généralement la présence d'un excès de matières organiques comme étant de nature à entraver plutôt qu'à faciliter le phénomène. Les recherches de M. Winogradsky ont même prouvé que la nitrobactérie, isolée et cultivée par ce savant, se développe de préférence dans un milieu exclusivement minéral, en présence de carbonates auxquels elle emprunterait le carbone nécessaire à la formation de sa substance organique. Or, dans le terreau de tourbe, il y a une réaction nettement acide, absence presque totale de carbonates et abondance de matières organiques. La faible proportion de chaux (8.32 p. 100 du poids des cendres) est combinée avec les acides organiques de l'humus (humates, ulmates) et non à l'état de carbonates. Bien plus, l'addition de carbonates alcalins ou alcalino-terreux, loin d'activer la nitrification, paraît provoquer un départ des nitrates. Donc il semble qu'il y ait là un cas particulier de nitrification, fort différent de tous ceux qui ont été jusqu'alors constatés. Interviendrait-il ici des micro-oganismes ayant des exigences tout autres que la nitrobactérie bien connue ?

A propos de l'influence des sels, signalons de nouvelles expériences de M. Pichard (54) [C. R. 22 juin 1891 et *Annales de physique et de chimie,* février 1892], ayant trait à l'influence comparée du sulfate de fer et du sulfate de chaux sur la conservation de l'azote dans les terres nues et sur la nitrification.

D'après Märcker, le sulfate de protoxyde de fer, qui n'est pas

rare dans les sols marécageux, entrave la nitrification, parce qu'il s'empare de tout l'oxygène disponible. Voici des chiffres, donnés par M. Märcker (40), qui mettent parfaitement ce point en évidence :

100 parties de sol de marais desséché renfermaient :

	1	2	3	4
Acide nitrique.	0.0956	0	0.0088	0.0143
Protoxyde de fer soluble. . .	0	1.349	0.298	0.395

Note F.

Influence de l'état de division du sol sur la nitrification. — L'intensité de la nitrification s'accroît avec la finesse des particules du sol, parce que l'humidité augmente dans la même proportion, mais à condition que l'air puisse toujours arriver en quantité suffisante. Voici les résultats des essais de Soyka :

FINESSE des particules en millimètres.	FACULTÉ d'imbibition. en p. 100 du volume.	AZOTE sous forme de nitrates et de nitrites par litre d'urine	
		après 18 jours.	après 36 jours.
		Milligr.	Milligr.
4-6	5.67	190	480
2-4	7.17	480	660
1,2-2	13.60	680	»
0,6-1,2	29.80	860	1 060

Si ces chiffres montrent que la nitrification se fait convenablement dans de pareils sols, il ne faut pas en conclure que l'agriculteur n'a pas à se préoccuper du sort des engrais azotés qu'il leur confie. Au contraire, ces sols exigent une attention toute particulière, parce que les nitrates formés sont très facilement entraînés, grâce à la grande perméabilité du sol, et en proportion d'autant plus forte que la nitrification est plus active. Aussi le praticien doit-il chercher, d'une part, à maintenir la nitrification dans certaines limites ; de l'autre, à obvier à l'entraînement des nitrates par les eaux d'infiltration. Dans les sols poreux, le premier but est rempli par les roulages et par le mélange d'éléments fins, qui diminuent la perméabilité, et aussi par l'enfouissement profond des engrais. Cette dernière pratique dimi-

nue l'intensité de la nitrification et empêche l'accumulation de trop grandes quantités de nitrates dans le sol.

Pour les engrais azotés, on doit suivre cette règle générale de fumer peu et souvent, et de répandre la fumure peu de temps avant les semailles. Les engrais riches en nitrates (le salpêtre du Chili) doivent même n'être employés que pendant la végétation.

Si l'agriculteur se trouve en présence de sols à éléments fins, donc de sols peu ou pas perméables, restant toujours saturés d'eau, il emploiera des moyens tout autres. Il faut ici considérer d'abord que non seulement la nitrification ne se fait pas dans un sol où l'air n'a pas d'accès, mais que les nitrates s'y réduisent et que d'assez grandes quantités d'azote gazeux se dégagent aux dépens des principes azotés. Il faut donc ouvrir le sol à l'air et, pour cela, employer tous les procédés qui auront pour résultat de diminuer la quantité d'eau et d'augmenter, par suite, d'autant le volume de l'air dans le sol.

On devra s'efforcer de faire passer les sols compacts, argileux à l'état de grumeaux, de particules plus ou moins grosses dans les interstices desquelles l'air puisse pénétrer, soit par des labours, soit par des apports de chaux, soit par l'incorporation d'éléments diviseurs ou l'enfouissement d'engrais verts. (Wollny, *Zeitsch. d. landw. Vereins in Bayern,* mai 1889.)

Note G.

Influence de la quantité et de l'état de la matière organique sur la décomposition. — Les résultats de Wollny ont été confirmés par des expériences récentes, telles que celles de M. Pichard (52) [C. R. 1892, t. CXIV, p. 490], qui a trouvé que l'humus était bien plus résistant que les engrais verts à l'action destructive des microbes et des agents calcaires.

Dans l'humus, la production de carbonate d'ammoniaque est très lente et très faible ; elle est rapide et abondante avec la matière organique intacte ; la perte par volatilisation, au contact du calcaire, peut être ici considérable, la nitrification marchant bien plus lentement que la formation d'ammoniaque.

Quant à l'influence du taux des matières organiques azotées, le même auteur a trouvé que l'azote nitrique formé s'élevait en quantité absolue avec la teneur en azote, mais diminuait, en valeur relative, à mesure qu'augmentait le taux d'azote organique initial. Dans d'autres recherches (54) [Influences, dans les terres nues, des proportions d'argile et d'azote organique sur la fixation d'azote atmosphérique, sur la conservation de l'azote et sur la nitrification. — *Annales agronomiques*, 1892, p. 108-119], M. Pichard était arrivé à des conclusions différentes. Dans des terres nues, composées de sable siliceux pur, d'argile et d'une matière organique azotée (tourteaux d'arachide et de coton) introduite à des doses variant de 1 gr. à 3 gr. environ d'azote par kilogr. de terre, il constate que l'accroissement de la quantité d'azote organique de 1 gr. à 3 gr. par kilogr. est nettement défavorable à la nitrification. Non seulement les proportions relatives, mais les quantités absolues d'azote nitrique produit vont en diminuant à mesure que la dose d'azote organique s'élève de 1 gr. à 3 gr.

M. Schlœsing (52) affirme, au contraire (*Contribution à l'étude de la chimie agricole*, p. 163), que la quantité d'acide nitrique formé est proportionnelle, pour une même terre, à celle de la matière organique employée. Il est vrai que, dans les expériences de M. Schlœsing, les doses d'azote sont beaucoup moins élevées que dans celles de M. Pichard; et, c'est peut-être à cette cause qu'il faut attribuer la divergence des résultats.

Note H.

Dégagement de chaleur pendant la décomposition. — On sait qu'il peut être assez intense pour déterminer l'inflammation de certaines matières végétales accumulées, et on peut déjà conclure de ce fait qu'il n'est pas uniquement dû aux micro-organismes. M. Th. Schlœsing a étudié (62) [C. R. 1888, t. CVI, p. 1293] la marche de la température dans les amas de feuilles de tabac, et résume ainsi ses recherches :

Ainsi qu'il était extrêmement probable *à priori*, la combustion qu'éprouve le tabac accumulé en masses aérées commence sous

l'influence d'organismes vivants. Cette influence cesse entre 40 degrés et 50 degrés et fait place à une combustion purement chimique. Déjà très sensible à 40 degrés, celle-ci croît rapidement avec la température.

MM. Schlœsing (60) ont fait, tout récemment (voir *Annales agronomiques,* 1892, p. 5-18), des expériences dans le but de préciser la part qui revient aux ferments dans la combustion du fumier aux diverses températures. On sait que, dans les zones des tas de fumier où l'air peut librement circuler, il y a combustion énergique avec le concours de microbes aérobies; cette combustion fournit de l'acide carbonique en abondance et donne lieu à une élévation de température considérable. Voici leurs conclusions relativement à la décomposition oxygénée. L'action des microbes peut présenter encore à 72°,5 une singulière énergie, puisqu'elle a fourni jusqu'à 15 fois plus d'acide carbonique que la simple combustion chimique. Il est rare que des ferments fonctionnent à des températures aussi élevées. A 81 degrés, il n'y a plus de différence entre les lots de fumier non ensemencés et les autres; donc les microbes n'interviennent plus dans la combustion. En faisant l'analyse complète des produits gazeux, riches en oxygène, sortant des appareils, on n'y a jamais trouvé de gaz combustible.

M. Dehérain a obtenu le même résultat.

On sait que, dans les parties où le tassement des matières s'oppose au renouvellement de l'air, les ferments anaérobies travaillent activement et dégagent du formène, de l'hydrogène, de l'acide carbonique; la production de chaleur est beaucoup moindre. Des expériences de Schlœsing, il résulte que la fermentation forménique ne s'est plus produite à 66 degrés (M. Dehérain avait déjà trouvé qu'elle n'avait plus lieu à 85 degrés). A 58 degrés, on a obtenu, dans des lots ensemencés, tantôt du formène (avec du fumier de vache), tantôt de l'hydrogène (avec du fumier de cheval). A 52 degrés, la décomposition de la matière organique a été beaucoup plus grande en présence qu'en l'absence des microbes. En leur absence, cette décomposition, mesurée par le dégagement d'acide carbonique et d'hydrogène, a été plus marquée à 66 degrés qu'à 52 degrés. Dans aucun lot, la production d'acide carbonique n'a atteint, à beaucoup près, celle qu'a donnée la fermentation aérobie.

Note I.

Sur un ferment aérobie réducteur des nitrates. — MM. Gayon et Dupetit, Dehérain et Maquenne, ont prouvé que, dans une atmosphère réductrice, la décomposition des nitrates a pour agents des organismes microscopiques (*Bacillus denitrificans*). M. Bréal, dans un travail récent (5) [*Annales agronomiques,* t. XIII, p. 561], vient, à son tour, de montrer qu'à côté du ferment nitrique si utile, et qui est répandu dans toutes les terres labourées, il existe un autre organisme, également aérobie, agissant en sens inverse, décomposant les nitrates pour en faire entrer partiellement l'azote dans une combinaison organique et qu'en outre cette transformation est accompagnée d'une perte d'azote qui retourne dans l'atmosphère sous forme de gaz. Ce ferment, observé dns un certain nombre de pailles, existe sans aucun doute dans tous les débris végétaux ; il vit donc à côté du ferment nitriqne dans les champs labourés. Dans le sol des prairies permanentes et des forêts, qui est si abondamment fourni de matières végétales mortes, il doit être très répandu et s'opposer à toute nitrification. L'auteur a constaté, en effet, après Boussingault, qu'on ne rencontre de nitrates ni dans la terre des prairies, ni dans celles des forêts.

Voici le résumé du travail de M. Bréal.

Les nitrates existant, à quelques rares exceptions près, dans toutes les eaux, se rencontrent aussi à la surface de la grande majorité des substances solides qui ont été mouillées par ces eaux. Les pailles ont elles-mêmes des nitrates à leur surface ; mais si on les maintient mouillées, les nitrates disparaissent. De la terre végétale, maintenue humide avec de l'eau ayant séjourné sur la paille, peut perdre tout l'acide nitrique qu'elle contenait primitivement. La paille, en faisant disparaître l'acide nitrique, s'enrichit en azote organique, mais, en même temps, une notable partie de l'azote des nitrates retourne dans l'atmosphère sous forme d'azote gazeux. Cette décomposition de l'acide azotique est effectuée par un ferment aérobie résidant sur la paille, et dans l'eau où celle-ci a séjourné. C'est cependant la paille qui agit le plus énergiquement... Le ferment réducteur des nitrates

ne trouve pas dans les terres labourées un milieu favorable à son développement, ces terres n'étant généralement pas assez humides pour que les débris végétaux y demeurent imbibés d'eau ; mais dans les sols compacts des prairies et des forêts, il existe à la fois de l'eau et beaucoup de matières végétales ; là, il peut se développer. C'est dans ces sols que Boussingault a constaté, il y a plus de quarante ans, l'absence de l'acide azotique.

Note K.

Sur l'acide carbonique du sol et son action sur les microbes. — M. Wollny (82) a publié depuis (1889), sur ce sujet, un travail plus étendu, dont nous nous contenterons de donner les conclusions :

La quantité d'acide carbonique qui se développe dans le sol n'est proportionnelle à sa teneur en matières organiques que tant que celle-ci est faible. Si elle est forte, la production du gaz croît moins vite que le taux de ces matières ou même, selon les cas, reste constante, quoiqu'on ajoute des détritus végétaux ou animaux. Cela tient à ce que l'activité des micro-organismes de la décomposition est entravée par une trop forte dose d'acide carbonique dans le sol et aussi à ce qu'avec une proportion de matières organiques dépassant certaines limites, les propriétés du sol les plus importantes pour la décomposition sont modifiées dans un sens défavorable à l'intensité du processus.

La quantité de matière organique n'est pas exprimée par la richesse de l'air du sol en acide carbonique, ou ne l'est qu'incomplètement si les facteurs principaux de la décomposition (eau et température), agissant défavorablement, contrarient les effets dus au taux d'humus.

La dose d'acide carbonique libre existant dans le sol ne peut servir de mesure ni pour l'intensité des réactions, ni pour la richesse du sol en matières organiques.

Enfin, le purin entrave la décomposition des matières organiques, si la dissolution saline de la matière expérimentée atteint, par cette addition, un trop haut degré de concentration, mais il la favorise s'il est suffisamment étendu.

M. Schlœsing fils (61) a fait récemment des recherches sur l'atmosphère confinée dans les sols, et il a reconnu que, d'une époque à l'autre, la composition de l'atmosphère d'un même sol peut subir des variations considérables. Le taux augmente ordinairement avec la profondeur; mais il peut varier singulièrement avec l'altitude des points considérés. Dans les thalwegs, il y a plus d'acide carbonique que sur les versants pour une même profondeur de sol.

Bref, il faut considérer ces nappes gazeuses comme très mobiles, soumises à des fluctuations incessantes, obéissant aux lois de l'écoulement, et ne pouvant dès lors être utilisées, en raison de l'inconstance de leur composition, pour la mesure même approchée des matières organiques du sol.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. — De Bary. Sur les bactéries de la nitrification (*Vorlesungen über Bacterien*, Leipzig, 1885, p. 67).

2. — Baumann. Il n'y a pas de nitrification sans micro-organismes (*Landw. Versuchsstationen,* 1888, XXXV, p. 217).

3. — Boussingault et Levy. Air confiné dans le sol (*Manuel de chimie*, 1852, p. 783).

4. — Boussingault. Le sol saturé d'eau ne nitrifie pas (C. R., t. LXXXVI, p. 22).

5. — Bréal. Sur un ferment aérobie réducteur des nitrates (*Annales agronomiques,* t. XII, p. 561).

6. — Chuard. Sur l'existence de phénomènes de nitrification dans des milieux riches en substances organiques et à réaction acide (C. R., t. CXIV, 1892, p. 181).

7. — Cohn. Le *Bacterium Termo* ferment de la décomposition forménique (*Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, I, p. 169).

8. — Dehérain. Influence des anesthésiques sur le dégagement d'acide carbonique (C. R., 1884, t. XCVIII, p. 377-380 ; t. XCIX, p. 45-47 ; *Journal de l'agriculture,* 1884, p. 505 ; *Annales agronomiques,* 1884, t. X, p. 385-409).

9. — Dehérain. Décomposition forménique (C. R., 1884, t. XCVIII, p. 377-380; t. CXIX, p. 45-47).

10. — Dehérain. Hydrogène et acide butyrique dans la décomposition des matières organiques (*Annales agronomiques,* t. X, p. 1).

11. — Dehérain et Maquenne. Sur la réduction des nitrates (C. R., t. XCV, p. 691).

12. — Dehérain. Dégagement d'azote gazeux dans la nitrification des terres cultivées (*Annales agronomiques,* 1887, p. 241).

13. — Dehérain. Influence de l'humidité sur la nitrification (*Annales agronomiques,* t. XIII, p. 241).

14. — Detmer. Décomposition des matières organiques en l'absence de l'air (*Landw. Versuchsstationen,* 1871, vol. XIV, p. 248).

15. — Dietzell. Dégagement d'azote gazeux dans la décomposition sans oxygène (*Zeitsch. des landw. Vereins in Bayern,* 1882, mars).

16. — Ehrenberg. Dégagement d'azote gazeux dans la nitrification (*Zeitsch. physiol. Chem.,* 1887, XI, p. 145 et 438).

17. — J. v. Fodor. Air confiné dans le sol (*Deutsche Vierteljahrschrift für öffentliche Gesundheitspflege,* 1875, fasc. VII, p. 205-237).

18. — J. v. Fodor. Nitrification de l'ammoniaque (*Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser*, 2e partie, Brunswick, 1882, p. 60).
19. — Frank. La nitrification sans micro-organismes (*Deutsche landw. Presse*, XIV, n° 104).
20. — Frankland et Warington. Sur le ferment nitrique (*Chem. News*, 1890, LXI, p. 185).
21. — Gayon et Dupetit. Sur la réduction des nitrates (C. R., t. XCV, p. 644 et 1365).
22. — Gayon. Bactéries dans le fumier (*Journal de l'agriculture*, 1884, p. 507).
23. — Heiden. Moyens d'éviter le dégagement d'azote gazeux dans les engrais (*Königsberger landw.- und forstw. Zeitung*, 1884, n° 22).
24. — Holdefleiss. Même sujet (*Der Landwirth*, 1885, n° 79, et 1886, n° 1).
25. — Hofmann. Action de l'acide nitreux sur les amines primaires (*Ann. d. Chemie und Pharm.*, vol. LXXV, p. 363).
26. — Hoppe-Seyler. Décomposition forménique (*Zeitschrift für phys. Chemie*, vol. VIII, p. 214).
27. — Hueppe. Die Methoden der Bakterienforschung. Wiesbaden, 1886.
28. — Immendorff. Dégagement d'azote gazeux dans la nitrification (*Landw. Jahrb.*, 1892, XXI, p. 284).
29. — Kellner. Même sujet (*Zeitsch. für phys. Chemie*, 1887, XII, p. 95).
30. — Kern. Décomposition des sels ammoniacaux par l'acide nitreux (*Landw. Versuchsstat.*, vol. XXIV, p. 368).
31. — Koch. Répartition des bactéries dans le sol (*Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte*, I, Berlin, 1881, p. 34-36).
32. — Kolbe. Propriétés antiseptiques de l'acide carbonique (*Journal für prakt. Chem. Neue Folge*, vol. XXVI, 1882, p. 149-155).
33. — König. Action favorable de la vapeur sur la décomposition de certains engrais (*Chem. und techn. Unters. der landw. Versuchsstat. Münster*, 1878, p. 130-133).
34. — König et Kiesow. Dégagement d'azote gazeux dans la décomposition sans oxygène (*Landw. Jahrb.*, 1873, p. 107).
35. — Ladureau. Le *Micrococcus ureæ* (C. R., t. XCIX, 1884, p. 877; *Annales agronomiques*, t. XI, 1885, p. 272 et 522).
36. — Landolt. Il n'y a pas de nitrification sans organismes (*Deutsche landw. Presse*, XV, p. 135).
37. — Lawes, Gilbert et Warington. Perte d'azote par les eaux de drainage (*Journal of the royal agric. Society*, vol. XVII, XVIII et XIX).
38. — Leone. Réduction des nitrates (*Atti de R. Lincei Rndct*, 1889, 2e semestre, p. 171-175).
39. — Lévy. Perte d'azote par les eaux de drainage (*Annuaire de l'Observatoire de Montsouris pour* 1884, p. 408).
40. — Mærcker. Transformation des sulfates en sulfures par les matières organiques (*Zeitsch. d. landw. Central Vereins d. Prov. Sachsen*, 1874, nos 2 et 3, p. 70).
41. — Marié-Davy. Nitrification de l'ammoniaque (*Journal d'agriculture pratique*, 1882, t. I, p. 817).

42. — MIQUEL. Des bactéries du sol (*Annuaire de l'Observatoire de Montsouris pour* 1882).

43. — MÖLLER. Influence de la chaleur, de l'eau sur le dégagement d'acide carbonique (*Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Œsterreichs,* Vienne 1878, vol. I, fasc. 2).

44. — MORGEN. Décomposition anaérobie des matières azotées (*Landw. Versuchsstationen,* 1880, vol. XXVI, p. 51-72).

45. — MORGEN et KÖNIG. Dégagement d'azote gazeux dans la décomposition forménique (*Landw. Versuchsstat.,* vol. XXX, 1884, p. 199-216).

46. — MULLER. Le *Micrococcus ureæ* (*Landw. Versuchsstat.,* 1885, vol. XXXII, p. 271).

47. — MÜNTZ. Production d'alcool dans la décomposition des matières organiques (C. R., t. XCII, p. 499).

48. — MÜNTZ. Sur la nitrification (C. R., t. CXII, n° 20).

49. — NESSLER. Les terres alcalines entravent la nitrification (*Bericht über Arbeiten der Grossh. Versuchsstat. Karlsruhe.* Karlsruhe, 1870, p. 93-103).

50. — PETERSEN. Les sels de chaux activent la décomposition dans les sols acides (*Landw. Versuchsstat.,* 1870, vol. XIII, p. 155-175).

51. — PICHARD. Influence des sels alcalins et alcalino-terreux sur la nitrification (C. R., 1884, t. XCVIII, p. 1289, et *Annales agronomiques,* 1884, t. X, p. 302-315).

52. — PICHARD. Influence de l'état de la matière organique (C. R., 1892, t. CXIV, p. 490).

53. — PICHARD. Influence du taux des matières organiques (*Annales agronomiques,* 1892, p. 108-119).

54. — PICHARD. Influences comparées du sulfate de fer et du sulfate de chaux sur la conservation de l'azote dans les terres nues et sur la nitrification (*Annales de chimie et de physique,* février 1892).

55. — PLATH. Le sol chauffé ne nitrifie pas (*Landw. Versuchsstat.,* XVI, 1887, p. 891, et XVII, 1888, p. 725).

56. — PLATH. Il n'y a pas de nitrification sans micro-organismes (*Landw. Jahrb.*, XVII, p. 724).

57. — SCHLŒSING et MÜNTZ. Sur la nitrification (C. R., t. LXXX, p. 1250; t. LXXXIV, p. 301 ; t. LXXXV, p. 1018 ; t. LXXXVI, p. 892 ; t. LXXXIX, p. 891).

58. — SCHLŒSING. Sur le dégagement d'azote gazeux dans la nitrification (C. R., 1889, t. CVIII, p. 205, et CIX, p. 423).

59. — SCHLŒSING. Influence de la lumière, de l'alcalinité, du taux des matières organiques sur la nitrification (*Contribution à l'étude de la chimie organique,* Paris, 1885).

60. — SCHLŒSING. Sur la décomposition des fumiers (*Annales agronomiques,* 1892, p. 5-18, et C. R., t. CIX, 1889).

61. — SCHLŒSING FILS. Sur l'atmosphère confinée dans le sol (C. R., 1889, t. CIX, p. 618 et 673).

62. — SCHLŒSING FILS. Sur la combustion lente de certaines matières organiques (C. R., 1888, t. CVI, p. 1293).

63. — SCHULZE. Décomposition des sels ammoniacaux par l'acide nitreux (*Landw. Versuchsstationen,* vol. XXV, p. 173, et vol. XXVI, p. 260).

64. — SOYKA. Le sol chauffé ne nitrifie pas (*Zeitschr. f. Biologie,* 1878, XIV, p. 449-482).

65. — SOYKA. La nitrification cesse au-dessous d'un certain minimum d'oxygène (Même recueil, p. 462).

66. — STUTZER et KLINGENBERG. Expériences sur la dissolution des engrais azotés dans la pepsine (*Journ. f. Landwirthschaft,* 1882, vol. XXX, p. 363).

67. — TACKE. Sur le dégagement d'azote gazeux dans la nitrification (*Landw. Jahrb.,* 1887, t. XVI, p. 917, et 1889, t. XVIII, p. 439).

68. — VAN TIEGHEM. Le *Bacillus amylobacter* ferment butyrique (*Bulletin de la Soc. bot. de France,* t. XXIV, p. 128 ; t. XXVI, p. 25).

69. — TUXEN. Sur la transformation des matières azotées dans la décomposition oxygénée (*Undersögelser vedrörende de Krälstofholdige Gjödningsstoffers Omdannelse i Jordbunden.* Tiedsskrift for Landökonomie, 1884).

70. — VŒLCKER. Sur la décomposition forménique (*Lehrbuch der Düngerlehre,* par Heiden, 1868, vol. II, p. 118).

71. — WAGNER. Élévation de la température dans les sols fumés (*Forschungen auf d. Gebiete der Agrikultur Physik,* vol. V, 1882, p. 373-405).

72. — WARINGTON. Sur les bactéries de la nitrification (*Journal of the chemical Society,* 1878, janvier, et 1884, vol. XLV, p. 637-650).

73. — WARINGTON. Influence de la lumière sur la nitrification (*Landw. Versuchsstationen,* 1879, vol. XXIV, p. 161-166).

74. — WARINGTON. Influence de la concentration des solutions sur la nitrification (*Journal of the chem. Society,* 1884, vol. XLV, p. 637-682).

75. — WINOGRADSKY. Sur les organismes de la nitrification (*Annales de l'Institut Pasteur,* t. IV et V).

76. — WINOGRADSKY. Sur la formation et l'oxydation des nitrites dans la nitrification (*Annales de l'Institut Pasteur,* t. V, p. 577-616).

77. — WOLF. Nitrification de l'ammoniaque (*Amtsblatt f. die landw. Vereine im Königreich Sachsen,* 1872, p. 1).

78. — WOLFF. Les terres alcalines entravent la nitrification (*Landw. Versuchsstat.* 1859, p. 141).

79. — WOLFF. Sur la décomposition forménique (*Landw. Versuchsstat.,* vol. I, p. 123).

80. — WOLLNY. Influence des microbes sur la production d'acide carbonique dans le sol (*Landw. Versuchstationen,* 1880, p. 390).

81. — WOLLNY. Influence de la chaleur sur le dégagement d'acide carbonique (*Forschungen auf dem Gebiete der Agrikultur-Physik,* 1881, fasc. IV, p. 5).

82. — WOLLNY. Recherches sur l'acide carbonique de l'air du sol (*Landw. Versuchsstat.* XXXVI° vol., 1889).

SUR
LES DIFFÉRENTS MODES D'EXTRACTION
DES MOUTS DE CIDRE

PAR MM.

E. LOUÏSE
Directeur de la Station agronomique,
Professeur à la Faculté des sciences de Caen.

H. PIHIER
Pharmacien de 1re classe,
Professeur à l'École de médecine et de pharmacie de Caen.

On extrait actuellement les moûts de cidre de deux manières :

1° Par expression, mode de beaucoup le plus répandu dans les fermes et dans les brasseries de cidre ;

2° Par diffusion, procédé qu'on essaie de substituer au précédent et qui fonctionne déjà dans un certain nombre d'établissements.

Les avantages et les inconvénients respectifs de ces deux procédés ont déjà fait l'objet de discussions nombreuses. Toutefois nous avons pensé que la question n'était pas encore épuisée, et qu'il était possible de la mieux connaître en expérimentant les deux méthodes dans des conditions identiques et, partant, comparables entre elles. C'est donc en nous appuyant sur de nouvelles recherches que nous avons étudié les défauts et les qualités de chaque procédé. Nous présentons d'abord le résultat de ce premier travail.

Nous nous sommes attachés ensuite à chercher un moyen nouveau d'épuisement de la pomme, réunissant les avantages des deux méthodes actuelles sans avoir leurs inconvénients. Nous proposons cette méthode dont l'exposé théorique, suivi des expériences pratiques, constitue la deuxième partie de notre étude.

Les jus de pommes diffèrent non seulement d'après la variété, mais encore d'après l'état des fruits d'une même espèce : soit leur degré de maturité ou de conservation, leur grosseur, l'âge de l'arbre, l'année, le lieu de la récolte, etc.

Afin d'éliminer l'influence perturbatrice de ces variations diverses et de rendre nos essais comparables entre eux, nous avons exécuté nos expériences avec un seul lot de pommes et dans un délai aussi bref que possible. Ces pommes provenaient de la commune de Léaupartie, dans le pays d'Auge, et présentaient approximativement la composition suivante :

	P. 100.
Bouteille	50
Bédan	10
Cimetière	10
Marin onfroy	10
Vert tendre	10
Diverses	10

Elles étaient en parfait état de maturité, sans blettes ni pourries. Nous avons opéré, dans chaque expérience, sur une quantité de fruits assez importante en mélangeant autant que possible les diverses espèces. De cette manière, la différence de composition des moûts obtenus ne pouvait être attribuée qu'aux procédés de fabrication eux-mêmes et nous permettait de les apprécier ainsi à leur valeur.

PREMIÈRE PARTIE

PROCÉDÉS PAR EXPRESSION ET PAR DIFFUSION

La définition ordinaire du cidre est la suivante : « boisson faite du jus fermenté de la pomme ». Il est évident que si une addition d'eau est nécessaire pour l'extraction complète du jus, elle devra être aussi minime que possible, et cette condition sera une des premières requises pour la méthode à employer. Or, à cet égard, aucune des méthodes actuelles ne permet d'obtenir tout le jus de la pomme sans avoir recours à une quantité d'eau fort importante.

Le procédé par expression donne, il est vrai, après une première pression, un moût aussi fort que possible, mais les fruits écrasés sont encore chargés de produits utiles. Pour les épuiser, on fait subir au marc, soit dans l'eau ou dans des jus faibles provenant d'opérations précédentes, une série de trempages suivis de pressions. Mais ces opérations n'amènent qu'un résultat incomplet encore et la perte est toujours notable. La fabrication du cidre pur par expression a donc pour conséquence obligée la production de boissons plus faibles et inférieures à tous égards ; cela explique la pratique du sucrage et d'autres additions plus fâcheuses, notamment celle de produits chimiques destinés à la conservation de ces moûts artificiels.

Nous n'avons pas jugé utile de faire des expériences relativement à ce procédé dont l'énoncé suffit, mais il n'en est pas de même pour la diffusion, qui a été étudiée comme il suit :

Le système d'appareil qui a servi à notre expérience se composait de 7 cuves cylindriques de 100 litres chacune, munies à leur partie inférieure d'une surface filtrante, composée d'une claie en osier recouverte de feutre. Pour l'exposé de la marche suivie, nous désignerons les cuves respectivement par les lettres A, B, C, D, E, F, G.

Au début de l'opération, on verse dans chacune d'elles la même quantité de cossettes obtenues au moyen du coupe-pommes Beneck, soit $38^{kg},800$.

On ajoute alors, dans la cuve A, 50 kilogr. d'eau de pluie; les échanges par diffusion commencent, et l'on juge de leur marche en prenant la densité du moût à des intervalles différents. On trouvera ainsi :

Après 1 heure de contact.	1 019
— 3 heures —	1 021
— 10 — —	1 022

Cette première observation nous montre déjà que 3 ou 4 heures de contact suffisent pour que la densité du moût atteigne son maximum.

On extrait, de la cuve A, 50 litres de moût, c'est-à-dire une quan-

tité égale à la quantité d'eau ajoutée ; on les verse dans la cuve B et on les remplace dans la précédente par 50 litres d'eau. Après un trempage suffisant pour que la densité devienne fixe, on extrait 50 litres de la cuve B et on les verse en C, en les remplaçant par la même quantité prise en A, dans laquelle on ajoute de nouveau 50 litres d'eau, et, ainsi de suite, l'opération continue jusqu'à la dernière cuve G. En comparant les densités observées dans les différentes cuves et les densités théoriques que l'on obtient en admettant la diffusion parfaite, on trouve les résultats suivants :

CUVES.	DENSITÉS trouvées.	DENSITÉS calculées.
—	—	—
A.	1 022	1 025
B.	1 033	1 039,7
C.	1 039	1 048,5
D.	1 045	1 053,5
E.	1 049	1 056,7
F.	1 051	1 058,3
G.	1 052	1 059,5

On voit, d'après l'examen de ces densités, combien le nombre résultant de l'expérience diffère du nombre théorique. Dans le nouveau procédé d'extraction des moûts exposé dans la IIe partie, il n'en est pas ainsi, les densités obtenues sont presque identiques à celles qui sont prévues.

On remarquera aussi que le nombre de cuves, 7, est suffisant, car la densité de la sixième cuve, presque semblable à celle de la septième, semble avoir atteint sa limite.

L'analyse des moûts confirme encore ces observations, comme l'indique le tableau suivant :

	MOUT DE LA 7e CUVE. Trouvé.	MOUT DE LA 7e CUVE. Calculé.	MOUT D'EXPRESSION. Pulpe de broyage.	MOUT D'EXPRESSION. Pulpe de râpage.
	—	—	—	—
Sucre.	92	126,34	129,732	129,732
Tannin	0,32	—	1,76	2,56

Le moût d'expression dont nous ajoutons ici l'analyse, renfermant la même quantité de sucre que le jus propre de la pomme, nous offre un excellent terme de comparaison pour cet important élément. Il

n'en est pas de même pour le tannin qui, dans le moût d'expression, ne dépasse pas la proportion de 2,56 par litre, alors que nous obtenons par la nouvelle méthode 4,76, comme on le verra plus loin.

Ainsi donc, les moûts de diffusion obtenus dans les dernières cuves n'ont plus de tendance appréciable à s'enrichir, alors que leur densité s'éloigne sensiblement de la densité théorique. Inversement, l'épuisement des cossettes dans la première cuve n'est pas proportionnel au nombre de lavages qu'elles ont subis et, après le septième lavage, elles renferment encore une quantité notable de jus : c'est ce que nous montre nettement l'examen comparatif des densités prises dans la première cuve après chaque lavage.

DENSITÉS	
trouvées.	calculées.
1 017,5	1 025
1 008,75	1 015,5
1 004,75	1 008,4
1 003,75	1 004,85
1 002,75	1 003,55
1 002	1 001,95
1 001,75	1 001,4

Ces résultats sont confirmés par l'analyse et la densité du moût obtenu, en broyant les cossettes épuisées et en exprimant le jus qu'elles contiennent ; on obtient ainsi :

	TROUVÉ.	CALCULÉ.		TROUVÉE.	CALCULÉE.
Extrait	14,70	2,8	Densité	1 007,5	1 001,1
Sucre	10,53	2,008			

Fermentation du moût de diffusion.

En général, les bons moûts d'expression abandonnés à eux-mêmes subissent tout d'abord une fermentation vive, une sorte d'ébullition bientôt suivie de fermentation lente. Notre moût de diffusion n'a pas présenté ces deux phases. La fermentation s'est établie lentement et a conservé cette marche jusqu'à la fin. Cette lenteur doit sans doute être attribuée à la pauvreté du liquide en matières azotées. Nous avons également constaté que le moût, parfaitement limpide au dé-

but, perdait peu à peu sa transparence pendant la fermentation. Le cidre obtenu par ce procédé est définitivement plus trouble que les autres; il possède une saveur douceâtre, non désagréable, mais dépourvue de bouquet.

Considérations sur la composition des moûts.

La pomme peut être considérée comme formée d'un tissu ligneux inerte et d'un jus aqueux renfermant divers composés chimiquement définis, en dissolution ou en suspension. La qualité du moût variera évidemment suivant la nature et les proportions relatives de ces différentes substances.

Nous allons donc examiner successivement chacune des parties de la pomme, en faisant connaître les éléments qu'elle renferme; nous chercherons ensuite l'effet que produiront sur ces derniers les méthodes de diffusion et d'expression avec broyage ou râpage.

La pomme est formée de groupes de cellules à contenu variable, suivant la région considérée, et classés de la façon suivante :

1° L'épicarpe ou peau de la pomme.

2° Le mésocarpe ou chair de la pomme.

3° Les parties cornées ou endocarpe logeant les pépins.

4° Les pépins.

Épicarpe. — L'épicarpe et la couche sous-adjacente qui y adhère présentent, au microscope, des cellules à parois épaisses, très cohérentes entre elles, à cavité aplatie et peu développée, contenant au sein d'un liquide granuleux quelques gouttelettes très réfringentes. Ces dernières offrent l'aspect, les caractères et les réactions des huiles essentielles; ainsi se trouve expliquée et justifiée cette croyance, fréquemment répandue, que le parfum du fruit est en grande partie renfermé dans sa pelure. La peau de la pomme peut donc contribuer à parfumer le moût, à condition toutefois que les cellules en soient ouvertes; mais la cohésion de ces dernières et l'épaisseur de leurs parois rendent ce résultat difficile à obtenir mécaniquement.

Les broyeurs à noix ou autres instruments procédant par l'écrasement sont, à cet égard, d'une efficacité presque nulle. Le débit

de la pomme en cossettes, comme on le pratique dans la diffusion, ne vaut pas mieux. Seul le râpage résout en partie la difficulté; nous l'avons pratiqué à l'aide de la râpe employée pour les essais de betteraves dans les sucreries; c'est un cylindre de bois de 0m,30 de diamètre, garni sur sa circonférence de lames de scie, saillant de 8 millimètres et animé de la vitesse de 800 à 900 tours, qui nous a paru la plus convenable; on obtient, à l'aide de cet instrument, une pulpe très fine, qu'une seconde opération peut rendre presque impalpable.

La dégustation permet seule d'apprécier les différences entre les moûts de broyage, de découpage et de râpage : on reconnaît, sans hésitation, que ces derniers sont plus parfumés que les autres.

Mésocarpe. — La chair de la pomme, avec ses cellules à parois minces et à contenu aqueux, forme la majeure partie du fruit et constitue l'élément le plus important pour la production du moût. Le suc contenu dans les cellules est principalement composé de sucre, glucose, acides, matières tanniques, sels minéraux en solution dans l'eau. Il renferme aussi, sous forme de gelée plus ou moins fluide, des matières pectiques et albuminoïdes.

Ces diverses substances sont-elles réparties uniformément dans chacune des cellules, ou se trouvent-elles localisées dans des cellules spéciales? La question n'est pas résolue complètement et, d'ailleurs, elle n'offrirait, dans la présente étude, qu'un intérêt secondaire, car il nous importe avant tout de connaître les éléments qui jouent un rôle utile dans le moût destiné à la fermentation.

Pour les acides, les tannins et surtout les sucres, aucun doute n'est possible; ils représentent les éléments essentiels du moût de cidre, et ne pourraient se trouver en trop grande quantité.

Quant aux matières pectiques et albuminoïdes, elles ont l'inconvénient apparent de grossir le volume de lie en se précipitant; mais par ce fait même elles agissent sur le liquide comme un véritable clarificateur; les matières albuminoïdes apportent de plus au ferment l'élément azoté indispensable à son développement régulier. Ces divers avantages ont été vérifiés par nos expériences, et c'est le moût le plus riche en matières pectiques qui nous a fourni aussi le cidre le plus clair et le mieux fermenté; on a donc intérêt à obtenir

un moût se rapprochant autant que possible du jus naturel de la pomme.

Partant de ce principe, nous allons étudier l'extraction par les méthodes les plus fréquemment employées : expression et diffusion.

Expression. — La pulpation peut se faire de deux manières :

1° Par des broyeurs écrasant le fruit;

2° Avec la râpe agissant par dilacération.

La râpe, si elle est animée d'une vitesse suffisante, *déchire* la grande majorité des cellules de la pomme, comme le montre l'examen microscopique. Les broyeurs, au contraire, *dissocient* simplement les cellules sans les ouvrir; toutefois la supériorité de la râpe sur le broyeur, réelle pour la peau, n'existe plus si on considère la chair; celle-ci fournit en effet sensiblement le même jus par expression, quel que soit le mode de pulpation : la pression ouvrant les cellules de la pulpe de broyage, comme les dents de la scie l'avaient fait dans le travail du râpage; mais, dans les deux cas, le tourteau ou résidu restera encore fortement imprégné de jus.

Diffusion. — Cet inconvénient existe également dans la pratique de la méthode par diffusion, qui, de plus, fournit un moût inférieur à l'autre. En effet, les courants osmotiques sont d'autant plus lents que la différence de composition des solutions en présence est plus faible. Or, cette différence va toujours en s'amoindrissant : l'épuisement des cossettes et l'enrichissement du moût atteignent donc nécessairement une limite qu'ils ne peuvent dépasser avec une quantité d'eau déterminée.

Nos expériences démontrent que cette limite est atteinte bien avant l'épuisement complet. Pour la reculer, on devra modifier les conditions de l'expérience, soit en augmentant la quantité d'eau employée, soit en élevant sa température, en multipliant le nombre des cuves, etc... Mais chacune de ces modifications offre de réels inconvénients. L'addition d'eau dénature et affaiblit le cidre; d'autre part, l'élévation de température passé 50 degrés communique au cidre le goût spécial de cuit; d'ailleurs, même en ne dépassant pas 20 degrés ou 25 degrés, et surtout si on ralentit le courant de l'eau, on pro-

voque la fermentation dans les cuves et la fabrication devient irrégulière et incertaine.

Enfin toutes les substances colloïdes, notamment le tannin et les matières pectiques et albuminoïdes, ne peuvent pénétrer dans le moût qu'en très petite quantité par la diffusion; il en résulte une fermentation plus pénible, un cidre moins clair et plus difficile à garder.

En résumé, la diffusion ne peut fournir un moût égal, par sa composition, au moût d'expression.

Endocarpe. — Les lames cornées qui constituent l'endocarpe et qui limitent les cavités où sont logés les pépins, sont formées de cellules à parois très épaisses, très cohérentes entre elles et ne contenant que de l'air; elles ne peuvent dès lors jouer aucun rôle dans la fabrication du cidre.

Pépins. — Les pépins sont composés de deux parties : le tégument et l'amande; mais cette dernière seule mérite d'être examinée un instant au point de vue qui nous occupe.

Elle renferme : 1° une huile fixe ; 2° des produits pouvant donner, par leur action réciproque, de l'acide cyanhydrique et de l'essence d'amandes amères. L'acide cyanhydrique ne se retrouve plus dans le cidre, soit qu'il ait été entraîné par l'acide carbonique que produit la fermentation ou qu'il ait subi une transformation. Quant à l'essence d'amandes amères, elle est susceptible d'améliorer un peu les cidres inférieurs en leur communiquant une sorte de bouquet, mais elle ne pourra qu'altérer la finesse des cidres supérieurs.

Enfin l'huile fixe, introduite dans le moût sous forme de fines gouttelettes, a surtout pour effet de troubler la limpidité du cidre et, peut-être, de lui communiquer un goût désagréable d'huile rance.

On peut donc conclure de ce qui précède que l'introduction des pépins dans le moût serait plutôt nuisible qu'utile, si toutefois les cellules de ces graines se trouvaient ouvertes en quantité suffisante; mais les pépins se trouvent noyés dans une pulpe molle et sont dès lors peu entamés par le broyeur ou la râpe. Aussi le rôle des pépins dans le cidre est-il à peu près négligeable.

DEUXIÈME PARTIE

Le nouveau procédé d'extraction que nous proposons consiste à épuiser par l'eau, d'une façon méthodique, la pulpe de pomme rendue aussi impalpable que possible ; on enrichit le moût par une suite de mélanges et de décantations, qui arrivent à rapprocher sa composition autant qu'on le voudra de celle du jus de la pomme, le procédé ne permettant pas d'arriver à la limite, c'est-à-dire l'identité absolue.

Nous indiquerons d'abord le principe de la méthode, nous discuterons ensuite cette dernière et nous ferons connaître les résultats de nos expériences.

Notre système se compose de sept cuves de 100 litres de capacité, rangées en cercle et numérotées de 1 à 7. Ces cuves sont semblables à celles qui nous ont servi aux expériences de diffusion ; elles sont cylindriques et portent à la partie inférieure une surface filtrante, composée d'une claie d'osier recouverte de feutre. Au-dessous de ce filtre se trouve un tube qui met en communication chaque cuve avec un récipient de 60 litres environ, dans lequel on peut faire le vide à volonté à l'aide d'un éjecteur Korting.

1° Au début, toutes les cuves renferment une quantité de pulpe râpée, correspondant à une teneur A de jus pur que l'on détermine par une expérience préalable. Nous admettrons, pour simplifier l'exposition, que A est la moitié du volume total de la cuve. On achève de remplir cette première cuve avec de l'eau ; elle renferme alors un volume de liquide égal à 2 A.

En supposant le mélange parfait, nous obtiendrons bientôt une bouillie claire, très homogène, composée des parties ligneuses du fruit et de son jus étendu d'eau.

On extrait alors, par filtration, la moitié du liquide renfermé dans cette cuve et on la remplace par de l'eau.

2° Le liquide ainsi extrait, et représentant un volume égal à A, est versé dans la cuve suivante n° 2.

Quand le mélange est homogène, on extrait, par filtration, la moitié du liquide contenu en 2 ; on le verse en 3, on remplace ce qui

manque en 2 par la même quantité prise en 1, celle-ci par de l'eau et ainsi de suite.

Finalement, on extrait la moitié de 6, on la verse dans la cuve 7; on remplit la cuve 6 avec la moitié de 5;

—	5	—	4;
—	4	—	3;
—	3	—	2;
—	2	—	1;
—	1 avec de l'eau.		

A ce moment, toutes les cuves sont pleines; la mise en marche est terminée et les séries d'opérations vont commencer :

Première série d'opérations.

1° On extrait la moitié du liquide de la septième cuve; il représente le moût le plus riche destiné à la fermentation.

7 est rempli avec la moitié de 6;
6 — — 5;

. . . .
. . . .

3 — — 2;
2 — — 1.

2° Toutes les cuves sont pleines, sauf la cuve n° 1; on la vide tout à fait et on remplace son contenu, qui est épuisé, par une quantité de pulpe équivalente à A de pur jus.

On remplit : 1 avec la moitié de 7;
7 — 6;
6 — 5;

. . . .

3 — 2;
2 avec de l'eau.

Deuxième série d'opérations.

3° Toutes les cuves sont pleines, et on se retrouve dans le même cas qu'au début de la première série d'opérations. On extrait la

moitié du liquide de la première cuve; il représente le moût le plus riche, il est destiné à la fermentation.

1 est rempli avec la moitié de 7;
7 — — 6;

. . . .

. . . .

3 — — 2.

4° Toutes les cuves sont pleines, sauf la cuve n° 2; on la vide tout à fait et on remplace son contenu, qui est épuisé, par une quantité de pulpe équivalente à A de pur jus.

On remplit: 2 avec la moitié de 1;
1 — 7;
7 — 6;
6 — 5;

. . . .

4 — 3;
3 avec de l'eau,

et ainsi de suite.

L'exposé de la méthode indiquée ci-dessus fait comprendre facilement la marche à suivre pour calculer, à un moment donné, la composition dans chacune des cuves; on pourra comparer ainsi les nombres théoriques à ceux qui résultent des expériences. Les calculs nécessaires à la recherche de ces nombres étant longs et pénibles, nous avons cru utile d'établir les formules permettant de les obtenir immédiatement, étant donné un nombre quelconque de cuves.

QUESTION. — *On considère* n *cuves rangées en cercle de même capacité* 2A *et entièrement remplies par un mélange de jus et d'eau, dont la composition varie d'une cuve à l'autre.*

1° *On retire de la* n^e^ *cuve la moitié du mélange qu'elle contient; on achève de la remplir avec la* $(n-1)^e$; *puis celle-ci avec la* $(n-2)^e$, *et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on ait été conduit à remplir la seconde avec la première; on vide alors complètement la première et on remplit de pur jus la moitié de sa capacité.*

2° *On achève de la remplir avec la* n°; *celle-ci avec la* (n—1)°, *et ainsi de suite; puis enfin la troisième avec la deuxième, et la deuxième avec de l'eau.*

On demande, après cette suite d'opérations, la composition du mélange dans chaque cuve.

Désignons par α_1, α_2, ...α_n, les proportions de pur jus dans les diverses cuves au commencement de l'opération (par ex. : si la première cuve contient 27 litres de pur jus et 23 litres d'eau, $\alpha_1 = \frac{27}{50}$) par α'_1, α'_2,...α'_n, les proportions de pur jus dans les mêmes cuves à la fin de l'opération, de sorte que :

α_1, α_2, ...α_n, sont des quantités données;

α'_1, α'_2, ...α'_n, sont des quantités inconnues.

Après la première partie de l'opération, les quantités absolues de pur jus contenues dans les cuves *n*, (*n*—1), ...3, 2, 1, sont :

dans *n*	$A(\alpha_n + \alpha_{n-1})$
$n-1$	$A(\alpha_{n-1} + \alpha_{n-2})$
. . . .	. . . .
. . . .	. . . .
2	$A(\alpha_2 + \alpha_1)$
1	A.

et les proportions de pur jus, respectivement contenues dans les *n* liquides, sont exprimées par les fractions suivantes, qu'on obtient en divisant chaque quantité absolue par le volume du mélange qui est 2A, sauf pour la cuve 1 pour lequel il est A.

dans *n*.	$\frac{\alpha_n + \alpha_{n-1}}{2}$
$n-1$.	$\frac{\alpha_{n-1} + \alpha_{n-2}}{2}$
. . . .	. . . .
. . . .	. . . .
. . . .	. . . .
2.	$\frac{\alpha_2 + \alpha_1}{2}$.
1.	1

Après la deuxième partie de l'opération, les quantités absolues de pur jus respectivement contenues dans les cuves 1, n, $n-1$, ...3, 2, sont :

Dans 1, le pur jus qu'elle renfermait A, plus celui qu'on a extrait de la $n^{\text{ième}}$ cuve, c'est-à-dire A $(\alpha_n + \alpha_{n-1})$.

$$1 \ldots\ldots \quad A\left(1 + \frac{\alpha_n + \alpha_{n-1}}{2}\right)$$

$$n \ldots\ldots \quad A\left(\frac{\alpha_n + \alpha_{n-1}}{2} + \frac{\alpha_{n-1} + \alpha_{n-2}}{2}\right)$$

$$n-1 \ldots\ldots \quad A\left(\frac{\alpha_{n-1} + \alpha_{n-2}}{2} + \frac{\alpha_{n-2} + \alpha_{n-3}}{2}\right)$$

. . . .

. . . .

$$3 \ldots\ldots \quad A\left(\frac{\alpha_3 + \alpha_2}{2} + \frac{\alpha_2 + \alpha_1}{2}\right)$$

$$2 \ldots\ldots \quad A\left(\frac{\alpha_2 + \alpha_1}{2}\right)$$

et les proportions de pur jus respectivement contenues dans les n liquides, sont :

$$\alpha'_1 = \frac{2 + \alpha_n + \alpha_{n-1}}{4}$$

$$\alpha'_n = \frac{\alpha_n + 2\alpha_{n-1} + \alpha_{n-2}}{4}$$

$$\alpha'_{n-1} = \frac{\alpha_{n-1} + 2\alpha_{n-2} + \alpha_{n-3}}{4}$$

. . . .

. . . .

$$\alpha'_3 = \frac{\alpha_3 + 2\alpha_2 + \alpha_1}{4}$$

$$\alpha'_2 = \frac{\alpha_2 + \alpha_1}{4}.$$

Mise en marche. — Prenons 7 cuves, comme dans la manipulation décrite, et déterminons les quantités absolues et relatives de pur

jus contenues théoriquement dans chacune d'elles ; on obtiendra le tableau suivant :

NUMÉROS DES CUVES.	QUANTITÉS													
	ABSOLUES.	RELATIVES.	ABSOLUES.	RELATIVES.	ABSOLUES.	RELATIVES.	ABSOLUES.	RELATIVES.	ABSOLUES.	RELATIVES.	ABSOLUES.	RELATIVES.	ABSOLUES.	RELATIVES.
1	A	$\frac{1}{2}$	A. $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	A. $\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	A. $\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	A. $\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	A. $\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$	A. $\frac{1}{64}$	$\frac{1}{128}$
2	»	»	A. $\frac{3}{2}$	$\frac{3}{4}$	A. $\frac{4}{4}$	$\frac{4}{8}$	A. $\frac{5}{8}$	$\frac{5}{16}$	A. $\frac{6}{16}$	$\frac{6}{32}$	A. $\frac{7}{32}$	$\frac{7}{64}$	A. $\frac{8}{64}$	$\frac{8}{128}$
3	»	»	»	»	A. $\frac{7}{4}$	$\frac{7}{8}$	A. $\frac{11}{8}$	$\frac{11}{16}$	A. $\frac{16}{16}$	$\frac{16}{32}$	A. $\frac{22}{32}$	$\frac{22}{64}$	A. $\frac{29}{64}$	$\frac{29}{128}$
4	»	»	»	»	»	»	A. $\frac{15}{8}$	$\frac{15}{16}$	A. $\frac{26}{16}$	$\frac{26}{32}$	A. $\frac{42}{32}$	$\frac{42}{64}$	A $\frac{64}{64}$	$\frac{64}{128}$
5	»	»	»	»	»	»	»	»	A. $\frac{31}{16}$	$\frac{31}{32}$	A. $\frac{57}{32}$	$\frac{57}{64}$	A. $\frac{99}{64}$	$\frac{99}{128}$
6	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	A. $\frac{63}{32}$	$\frac{63}{64}$	A. $\frac{120}{64}$	$\frac{120}{128}$
7	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	A. $\frac{127}{64}$	$\frac{127}{128}$

Manière pratique de trouver les colonnes successives de proportions du tableau ci-dessus (quantités relatives).

1 . .	1	1	1	1	1	1	1
2 . .	2	3	4	5	6	7	8
3		4	7	11	16	22	29
4			8	15	26	42	64
5				16	31	57	99
6					32	63	120
7						64	127
							128

N. B. — Les nombres soulignés représentent le dénominateur commun.

$$\alpha_1 = \frac{1}{128} \qquad \alpha_5 = \frac{99}{128}$$

$$\alpha_2 = \frac{8}{128} \qquad \alpha^6 = \frac{120}{128}$$

$$\alpha_3 = \frac{29}{128} \qquad \alpha_7 = \frac{127}{128}.$$

$$\alpha_4 = \frac{64}{128}$$

On aura dès lors, après une première série d'opérations corres-

pondant à 1° et 2° de la question générale, la mise en marche étant établie :

$$\alpha'_1 = \frac{2+\alpha_7+\alpha_8}{4} = \frac{503}{512}$$

$$\alpha'_7 = \frac{\alpha_7+2\alpha_6+\alpha_5}{4} = \frac{466}{512}$$

$$\alpha'_6 = \frac{\alpha_6+2\alpha_5+\alpha_4}{4} = \frac{382}{512}$$

$$\alpha'_5 = \frac{\alpha_5+2\alpha_4+\alpha_3}{4} = \frac{256}{512}$$

$$\alpha'_4 = \frac{\alpha_4+2\alpha_3+\alpha_2}{4} = \frac{130}{512}$$

$$\alpha'_3 = \frac{\alpha_3+2\alpha_2+\alpha_1}{4} = \frac{46}{512}$$

$$\alpha'_2 = \frac{\alpha_2+\alpha_1}{4} = \frac{9}{512}$$

Deuxième série d'opérations.

Les rapports donnés sont les α' précédemment calculés ; désignons par α''_1, α''_2, ...α''_n, les rapports à la fin de la deuxième série d'opérations ; nous aurons :

$$\alpha''_2 = \frac{2+\alpha'_1+\alpha'_7}{4}$$

$$\alpha''_1 = \frac{\alpha'_1+2\alpha'_7+\alpha'_6}{4}$$

$$\alpha''_7 = \frac{\alpha'_7+2\alpha'_6+\alpha'_5}{4}$$

$$\alpha''_6 = \frac{\alpha'_6+2\alpha'_5+\alpha'_4}{4}$$

$$\alpha''_5 = \frac{\alpha'_5+2\alpha'_4+\alpha'_3}{4}$$

$$\alpha''_4 = \frac{\alpha'_4+2\alpha'_3+\alpha'_2}{4}$$

$$\alpha''_3 = \frac{\alpha'_3+\alpha'_2}{4}.$$

On remplace, dans les formules précédentes, α' par α'', α par α', et

on permute circulairement les indices, en sorte que : α'_1 devient α''_2, α_1 devient α'_2, α'_7 devient α''_1, α_7 devient α'_1.

Troisième série d'opérations.

α'_1	est devenu	α'''_3
α'_7	—	α'''_2
α'_6	—	α'''_1
α'_5	—	α'''_7
. . .	. . .	. . .
. . .	. . .	. . .

On a donc :

$$\alpha'''_3 = \frac{2 + \alpha''_2 + \alpha''_1}{4}$$

$$\alpha'''_2 = \frac{\alpha''_2 + 2\alpha''_1 + \alpha''_7}{4}$$

$$\alpha'''_1 = \frac{\alpha''_1 + 2\alpha''_7 + \alpha''_6}{4}$$

$$\alpha'''_7 = \frac{\alpha''_7 + 2\alpha''_6 + \alpha''_5}{4}$$

. . . .

. . . .

et ainsi de suite.

Résultats d'expérience. — On a vu que les densités des moûts de diffusion s'écartaient sensiblement des densités calculées; les résultats sont tout différents avec les moûts obtenus par le nouveau procédé; l'examen du tableau suivant nous montre qu'elles sont presque identiques.

Densités prises dans chaque cuve après la mise en marche.

TROUVÉES.	CALCULÉES.
—	—
1 030	1 030,5
1 045	1 045,75
1 052,5	1 053,38
1 056	1 057,23
1 057,25	1 059,16
1 058	1 060
1 059	1 060,45

Les analyses viennent confirmer ces résultats; elles nous montrent aussi que les éléments contenus dans le jus de la pomme se mélangent, à l'eau d'addition, presque théoriquement par cette méthode; les dosages du sucre dans chacun des moûts suffisent pour le vérifier.

Dans le tableau ci-dessous, nous avons pris, comme point de départ pour nos calculs, le nombre 129.732, qui représente, en grammes, la quantité de sucre contenue dans un litre de jus exprimé de la pulpe de râpage.

Cuve n° 7 après la mise en marche.

	TROUVÉ.	CALCULÉ.
Sucre	128,5	128,7

Après la 1re série d'opérations.

		TROUVÉ.	CALCULÉ.
Cuves.	n° 1	127	127,45
	— 2	2,116	2,28
	— 3	10,16	11,655
	— 4	31	32,93
	— 5	62	64,87
	— 6	95,2	96,79
	— 7	115	118,07

Densités prises dans la 1re cuve après chaque lavage.

TROUVÉES.	CALCULÉES.
1 030	1 030,5
1 015	1 015,25
1 007,5	1 007,66
1 003	1 003,75
1 001,75	1 001,9
1 000,75	1 001
1 000,5	1 000,5

Ces résultats sont confirmés par la densité et l'analyse du moût obtenu en exprimant la pulpe épuisée ; on obtient :

	TROUVÉ.	CALCULÉ.
Densité	1 001,4	1 000,5
Extrait	1,52	1,13
Sucre	1,26	0,95

L'explication de cette concordance presque complète repose sur le principe même de la méthode : c'est le jus propre de la pomme qui, se mélangeant directement à l'eau, donne ainsi un moût que l'on enrichit à volonté. En effet, la pulpe râpée très finement est formée de cellules, dont la plupart sont ouvertes et dont le contenu liquide est aisément miscible à l'eau. Quant aux cellules restées entières, elles suivent, en présence d'un liquide moins dense, les lois ordinaires de l'osmose, que leur état d'isolement rend particulièrement favorables ; beaucoup d'entre elles, même de plus en plus distendues, finissent sans doute par éclater et leur contenu peut alors se mélanger directement à l'eau. Il n'en est pas ainsi pour les cossettes dans l'application de la méthode de diffusion ; les cellules sous-jacentes, par le fait de leur pression réciproque, ne sont baignées qu'incomplètement et ne laisseront échapper que lentement les produits diffusibles ; les cellules de la surface seules pourraient se distendre suffisamment pour se rompre.

C'est donc surtout par le mélange que le moût s'enrichit dans notre procédé ; aussi la densité est fixe au bout d'une demi-heure au plus ; or, plusieurs heures sont nécessaires pour atteindre ce résultat dans la méthode de diffusion.

Enfin, le jus propre de la pomme se trouvant naturellement extrait par la nouvelle méthode, les moûts obtenus ainsi sont particulièrement riches en tannin et matières pectiques, éléments dont nous avons apprécié plus haut toute la valeur ; de là le nombre 4,76 trouvé pour le tannin dans l'analyse de la première cuve après la première série d'opérations.

Fermentation. — La fermentation de nos moûts a suivi une marche absolument régulière ; très vive au début, elle s'est bientôt calmée, et la fermentation lente a succédé à l'ébullition des premiers jours. C'est ainsi que se sont comportés également nos meilleurs moûts d'expression.

Le cidre obtenu est d'une limpidité presque parfaite, d'une belle couleur ambrée, d'une astringence marquée et possède un bouquet remarquable.

En résumé, cette méthode d'épuisement, dont nous croyons l'ap

plication nouvelle pour la fabrication industrielle du cidre, permet d'extraire presque tout le jus proprement dit du fruit en lui conservant sa composition et son arome. Elle donne ainsi un cidre répondant à la définition : jus fermenté de la pomme.

MÉMOIRE SUR LE ROLE

DU

POUVOIR ABSORBANT DES TERRES

DANS LA

FORMATION DES CARBONATES DE SOUDE NATURELS

De M. Paul de MONDESIR

Présenté à l'Académie des sciences le 13 février 1888

Lorsque Berthollet eut attribué la production du natron d'Égypte à la décomposition réciproque du sel marin et du calcaire, aidée par la rapidité singulière avec laquelle le carbonate de soude s'isole en grimpant le long de tous les objets en saillie, on fit des essais pour reproduire le phénomène, mais ces tentatives paraissent n'avoir obtenu que des réussites douteuses. Cependant l'origine indiquée par Berthollet reste de beaucoup la plus probable pour la majeure partie des natrons et surtout pour ceux d'Égypte, et l'insuccès relatif des expériences semble indiquer seulement que l'explication est incomplète sur quelque point essentiel.

La question est restée longtemps abandonnée. A ma connaissance, un seul fait qui était nouveau, bien qu'il ne modifiât pas la théorie de Berthollet, a été signalé en 1871 par M. Schlœsing. Je lui avais rapporté, du nord du département de la Manche, des échantillons d deux parties d'un même terrain ; l'une de ces parties, boisée de temp immémorial, ne contenait pas trace de calcaire, l'autre partie ava été défrichée et chaulée constamment depuis cinquante ans. La dis

solution de la terre du bois ne contenait que des chlorures parmi lesquels dominait le sel marin apporté par les vents de mer; dans la dissolution de la terre chaulée, le chlore avait changé de base, c'était le chlorure de calcium qui représentait plus des quatre cinquièmes du total. Voici en quels termes M. Schlœsing appréciait ce résultat :

« Je ne vois qu'une explication de l'abondance du chlorure de calcium, c'est la transformation du sel marin en chlorure de calcium dans le sol.

« On a souvent parlé de cette transformation depuis Berthollet, mais je ne crois pas qu'on l'ait encore démontrée, par l'analyse, dans les terres arables.

« Est-elle due uniquement au calcaire, ou bien les racines des végétaux prenant les minéraux dissous qui leur conviennent laissent-elles un résidu de chlorure calcique? les deux causes concourent-elles ensemble ?

« Ce sont des questions que je n'examine pas, je me borne à constater un fait[1]. »

La conclusion était donc affirmative pour la transformation du chlorure de sodium en chlorure de calcium, mais sur le mode de transformation et sur ce qu'était devenue la soude, M. Schlœsing se bornait à poser la question.

L'absorption de la soude par les plantes est possible, mais la quantité de chlorure de calcium trouvée dans un hectare, jusqu'à 30 centimètres de profondeur, s'élevant à 335 kilogr., la soude correspondante approchait de 190 kilogr., et les faibles récoltes de froment et de sarrasin des deux années antérieures avaient été incapables d'absorber ne fût-ce qu'une partie importante de ce chiffre. Il aurait donc fallu admettre une accumulation du chlorure pendant un plus grand nombre d'années. Or j'ai eu occasion de reconnaître que les terrains dont il s'agit, perméables et reposant à une faible profondeur sur une puissante formation de schistes fragmentaires, sont dépouillés de tout sel soluble par les premières grandes pluies d'automne.

L'action des plantes étant au moins tout à fait insuffisante, il ne

1. *Comptes rendus*, t. LXXIII.

restait plus qu'à admettre que, après la transformation du chlorure de sodium en chlorure de calcium, la soude était restée sur place, retenue par le pouvoir absorbant de la terre. Dans cette hypothèse tout s'explique aisément, car, lorsque les premières grandes pluies d'automne ont balayé le chlorure de calcium avec tous les autres sels solubles, l'eau pure qui baigne le sol se charge de bicarbonate de chaux. Au contact de cette solution exclusivement calcaire, la terre reprend de la chaux et abandonne de la soude, qui, à l'état de bicarbonate, est emportée par les pluies ultérieures.

Ces actions se renouvelant pendant tout l'hiver, la terre, au commencement du printemps, a perdu la soude absorbée dans l'été précédent et repris la chaux correspondante. Elle se retrouve dans le même état qu'un an auparavant.

L'évaporation devenant ensuite plus forte que les pluies, le sel marin que l'atmosphère apporte sans cesse se concentre dans la dissolution, et réagit de nouveau pour se transformer en chlorure de calcium.

J'ai voulu vérifier dans le laboratoire la possibilité de ces alternatives et j'ai choisi une terre de la vallée du Loing, riche en humus, très calcaire et qui m'offrait en outre le grand avantage de n'avoir reçu de temps immémorial aucun engrais; elle était donc à l'état de nature.

Un kilogramme de cette terre, délayé dans 4 litres d'une dissolution à 1 p. 100 de sel marin, a transformé en chlorure de calcium environ 15 p. 100 de ce chlorure de sodium. Après des lavages qui ont enlevé la presque totalité des sels, la terre, remise dans de l'eau pure, a été traitée par l'acide carbonique, et ce traitement par l'eau et l'acide a été répété quatre fois. Les dissolutions ont donné par évaporation, après dépôt de carbonate de chaux, une quantité de carbonate de soude correspondante à la transformation du chlorure de sodium.

En répétant ces traitements successifs une vingtaine de fois, j'ai obtenu, avec le même kilogramme de terre, plus de 100 gr. de carbonate de soude, que je présente à l'Académie sous la forme de trôna (carbonate 4/3).

En poursuivant ces fastidieuses opérations, mon but était de prou-

ver que les alternatives pouvaient se répéter un grand nombre de fois sans qu'une altération de la terre ou quelque autre phénomène imprévu vînt y mettre obstacle. L'importance du produit par rapport à la quantité de terre employée doit aussi, je l'espère, écarter toute idée d'influence de matières accidentelles ou de causes accessoires, et je crois, en conséquence, pouvoir me borner à de très courtes observations.

Il n'y avait point de magnésie en quantité notable, ni dans la terre ni dans les dissolutions.

La matière organique dans les dissolutions des carbonates de chaux et de soude était peu abondante, et la précipitation du carbonate de chaux en entraînait la majeure partie. La matière organique dissoute n'a donc eu aucune action appréciable sur la formation du carbonate de soude.

J'ai dit que l'eau chargée d'acide carbonique et de bicarbonate de chaux était renouvelée plusieurs fois sur la terre. Ces traitements ne sont pas de simples lavages, car en décantant, la première fois, les deux tiers ou les trois quarts du liquide total, on n'en retire pas même la moitié de la soude absorbée par la terre, et il en est de même dans les traitements ultérieurs, les quantités de soude enlevées, au lieu de décroître selon la raison un tiers ou un quart, suivent une raison comprise entre un demi et trois cinquièmes. Ce résultat est d'ailleurs conforme à ce que l'on sait des équilibres qui s'établissent sous l'influence du pouvoir absorbant de la terre. De même si, au lieu de traiter la terre une seule fois par la dissolution de chlorure de sodium, on renouvelle cette dissolution deux ou trois fois, le chlorure de calcium étant ainsi enlevé, la terre absorbe notablement plus de soude.

La dissolution de sel marin a 1 p. 100 était loin d'atteindre la limite de l'absorption possible de la soude, car en portant la teneur à 4 p. 100 on faisait prendre à la terre environ le double d'alcali.

Le rendement des opérations avait sensiblement diminué vers la fin, ce qui s'explique aisément par la diminution de la matière organique qui, on le sait, joue le principal rôle dans le pouvoir absorbant des terres.

En dehors d'un grand nombre de petites pertes de matières so-

lides, difficiles à éviter dans des manipulations si répétées, il y a une perte plus importante par dissolution. Les liquides très chargés de sel marin prennent très peu de matière organique, et ceux qui contiennent les bicarbonates encore moins; il n'en est pas de même des eaux de lavages employées pour enlever les chlorures, elles se colorent graduellement à mesure que la proportion des sels diminue et peuvent arriver jusqu'au rouge foncé. Or le kilogramme de terre a été traité par plus de 250 litres d'eau de lavage. Une assez petite fraction de gramme de matière organique par litre a donc suffi pour produire une perte totale très sensible. Mais ce résultat ne peut être une objection contre l'existence du phénomène dans les terres à l'état naturel, car, dans ce dernier cas, la quantité de carbonate de soude que j'ai obtenue n'aurait été produite qu'en un millier d'années au moins, d'après le chiffre de chlorure de calcium trouvé par M. Schlœsing, et dans ce laps de temps la végétation spontanée aurait assurément réparé la perte, à supposer que cette perte existe également sous l'influence de dissolutions salines bien plus diluées que celles de mes expériences.

Le carbonate de soude qui se produit dans les terres est, en raison de la grande dilution, à l'état de bicarbonate. Pour passer à l'état de carbonate intermédiaire, il n'a donc qu'à perdre de l'acide carbonique et non à en prendre à l'atmosphère. Les relations des visites aux lacs ou lagunes de natron en Égypte disent que ces réservoirs sont alimentés par des sources dont l'eau est douce au goût. Il me paraît presque certain que néanmoins ces sources apportent le bicarbonate de soude tout formé, les lacs ne jouant que le rôle d'évaporateurs, mais comme elles ne peuvent contenir, par litre d'eau, qu'une assez petite fraction de gramme de bicarbonate et encore moins de sel marin, il est tout naturel qu'on les qualifie d'eaux douces.

La cause du peu de succès obtenu en essayant d'arroser des terres calcaires avec des dissolutions de sel marin pour réaliser la réaction de Berthollet ressort de mes opérations. On voit que, pour réussir, il est indispensable, après avoir laissé la terre en contact avec le sel, de lui enlever au moins la plus grande partie du chlorure de calcium et de l'excédent de chlorure de sodium.

Lorsque la terre est placée dans un vase, comme on le faisait ordinairement, il faut donc l'arroser abondamment, à plusieurs reprises, jusqu'à ce que l'eau de lavage, qui doit pouvoir s'échapper par en bas, sorte peu chargée de sels.

Les expérimentateurs n'ont pas dû agir ainsi, puisqu'on pensait que la réaction se produisait au sein de l'eau salée baignant la terre et que le carbonate de soude se formait graduellement à mesure qu'il se séparait par efflorescence à la surface. Dans cette ligne d'idées, un lavage à fond aurait tout supprimé.

Sulfate de soude. — Après avoir traité la terre par le chlorure de sodium et l'avoir lavée, si on fait agir sur elle une dissolution de sulfate de chaux au lieu d'une dissolution de bicarbonate de chaux, il se produit du sulfate de soude.

Dans une seule opération, sur le même kilogramme de terre déjà employé pour le carbonate de soude, j'ai obtenu 12 à 13 gr. de sulfate de soude supposé anhydre.

Le sulfate naturel qui se rencontre dans des gisements analogues à ceux du natron, mais plus fréquemment, peut donc se produire directement sans qu'il soit nécessaire de supposer, comme on l'a fait souvent, une formation préalable de carbonate et sa destruction ultérieure par le sulfate de chaux.

Potasse. — Si on fait agir sur la terre du chlorure de potassium, au lieu de chlorure de sodium, on obtient du carbonate ou du sulfate de potasse.

Les résultats en quantités ne diffèrent pas beaucoup de ceux des sels de soude, lorsqu'on calcule sur les équivalents et non sur les poids absolus.

Ainsi une solution à environ 5 p. 100 de chlorure de potassium, agissant sur le même kilogramme de terre déjà employé pour la soude, a produit 13 gr. de bicarbonate de potasse. Dans cette opération, après avoir traité quatre fois par l'eau saturée de bicarbonate de chaux et d'acide carbonique, j'ai poursuivi l'épuisement en employant des solutions saturées de sulfate de chaux.

Les quantités de potasse qu'elles ont enlevées à la terre continuaient sensiblement la progression décroissante de celles obtenues avec le bicarbonate de chaux. Les puissances des deux solutions pour

la mise en liberté de l'alcali étaient donc sinon équivalentes, au moins du même ordre. La quantité de potasse dans ces derniers traitements est descendue à 100 et à 60 milligr. par litre de liquide, elle n'était donc plus très supérieure à celles que le plâtrage peut mettre en liberté dans des terres à l'état naturel.

Les effets énergiques produits par le plâtrage, même dans des terrains calcaires, ont fait admettre que le sulfate de chaux avait beaucoup plus d'action que le carbonate de chaux pour mobiliser la potasse de la terre.

Mon expérience ne me paraît pas être contradictoire avec cette opinion, quoiqu'elle indique des effets analogues pour les deux sels calcaires. Il faut, en effet, tenir compte de ce que j'ai opéré avec des dissolutions saturées à la fois de bicarbonate de chaux et d'acide carbonique sous la tension d'une atmosphère, conditions bien éloignées de celles qui existent dans les terres à l'état naturel.

Dessalement des terres. — Lorsque des terres ont été fortement imprégnées de sel marin, une proportion de plus d'un demi p. 100 de soude peut être entrée dans leur constitution. Si on dispose de conditions favorables, il n'est pas difficile d'enlever le sel marin et les autres sels solubles ; mais après ce premier lavage, la soude reste et sa surabondance, qui favorise les végétaux essentiellement sodifères, doit s'opposer à la bonne végétation de la plupart des plantes cultivées.

Le carbonate de soude qui se forme s'il y a du calcaire peut même, dans des temps de sécheresse, ralentir ou arrêter la nitrification. Il faut donc, pour amener la terre à l'état fertile, enlever la soude.

Cette opération est beaucoup plus longue et plus difficile que le départ du sel marin. Elle exige la présence du carbonate de chaux, sa dissolution à l'état de bicarbonate et des lavages successifs prolongés avec de très grandes quantités d'eau.

Je ne pense pas exagérer en disant que, pour enlever un 1/2 p. 100 de soude à la terre, il faut au moins 2 p. 100 de calcaire entré en dissolution ; une moitié fournissant la chaux qui remplace la soude dans la terre et l'autre moitié restant pour établir l'équilibre dans le liquide. Or l'eau qui imprègne la terre contient rarement plus de

300 milligr. de carbonate de chaux par litre; pour enlever 10 gr. de calcaire par kilogramme de terre, il faudrait donc 33 litres d'eau de lavage.

S'il s'agit de dessaler le terrain jusqu'à 35 centimètres de profondeur, la quantité d'eau à faire passer à travers ce terrain serait représentée par une couche de 16 mètres d'épaisseur. Ces chiffres peuvent expliquer la grande difficulté du dessalement, surtout lorsque les terres sont très riches en humus et, par conséquent, très absorbantes.

Déperdition du calcaire. — La formation du chlorure de calcium dans les terres produit une déperdition de chaux qui, d'après les chiffres trouvés par M. Schlœsing, pourrait dépasser annuellement 300 kilogr. de calcaire par hectare. Si on ajoute à ce fait l'abondance relative des pluies dans le voisinage des océans et le plus grand enlèvement de bicarbonate de chaux qui en résulte, on expliquera aisément que la perte de calcaire puisse, dans ces conditions, atteindre un millier de kilogrammes par an et par hectare, tandis qu'elle ne serait que de la moitié pour la moyenne des terrains marnés ou chaulés dans l'intérieur des continents.

Production générale du carbonate de soude. — Le carbonate de soude se produirait donc dans toutes les terres calcaires et en raison de la quantité de sel marin qu'elles reçoivent; la réaction qui lui donne naissance serait une des origines du chlorure de calcium, qu'on trouve presque toujours en quantité sensible dans les eaux courantes. En ne comptant que les bordures des grands amas d'eau salée, et en prenant le chiffre obtenu par M. Schlœsing pour le chlorure de calcium, on arriverait aisément à calculer une production annuelle de 100 millions de tonnes de carbonate de soude. Mais la presque totalité de ce sel rejoint le chlorure de calcium dans les réservoirs des eaux souterraines et surtout dans les mers où la réaction inverse régénère le chlorure de sodium et le carbonate de chaux qui contribue à de nouvelles formations calcaires.

Une très petite fraction, qui n'atteint peut-être pas un dix-millième, échappe à la destruction. Pour que ce dernier résultat soit atteint, il faut que les eaux qui, en lavant les terrains, emportent le chlorure de calcium et celles qui, plus tard, dissolvent le carbonate de soude

suivent des chemins différents, que les dernières arrivent dans des dépressions de terrains étanches où elles puissent se concentrer et sans avoir rencontré sur leur route du sulfate de chaux assez abondant pour les décomposer.

La réunion de toutes ces conditions est évidemment difficile, et on conçoit aisément pourquoi les gisements de carbonate de soude sont rares et peu étendus.

CONTRIBUTION

A

L'ÉTUDE DE LA VIGNE

Par M. DUGAST

DIRECTEUR DE LA STATION AGRONOMIQUE D'ALGER

Variations de composition de la vigne aux différentes époques de sa végétation. — Répartition des principaux éléments minéraux dans les feuilles, les sarments et les raisins. — Quantités de matières fertilisantes enlevées au sol par hectare et par an.

L'importance toujours croissante de la viticulture en Algérie nous a conduit à entreprendre une série de recherches sur la vigne et ses produits.

La vigne a déjà été, ainsi que nous le savons, l'objet d'études importantes au point de vue de la quantité des principes fertilisants qu'elle peut enlever annuellement au sol. Mais les chiffres publiés par les savants qui ont fait des recherches sur cette question présentent des divergences considérables, ce qui tient à la différence des conditions dans lesquelles ils ont opéré.

Nous sommes, en Algérie, dans des conditions de milieu toutes spéciales et très favorables pour la viticulture.

Les colons se préoccupent d'entretenir ou d'augmenter la fertilité de leurs vignobles. Il était donc utile d'exécuter de nouvelles analyses pour avoir des données s'appliquant avec une plus grande approximation aux vignes de la colonie.

Dans le même ordre d'idées, nous avons créé, l'année dernière, dans le champ d'expériences de la station agronomique d'Alger, un

vignoble destiné à faire des essais d'engrais. Il nous a semblé que l'étude préalable de la marche de l'absorption des principes nutritifs serait capable de nous guider dans ces essais. C'est pour ces diverses raisons que nous avons entrepris les recherches que nous allons résumer.

Le sol du vignoble qui a servi aux expériences est à peu près le même que celui du champ d'expériences dont nous avons déjà fait connaître la composition[1].

C'est une terre de très bonne qualité et n'ayant pas encore été fumée. Les ceps sont espacés de $1^m,80$ en tout sens, soit 3086 pieds à l'hectare, âgés de 8 ans et taillés en coursons à deux yeux francs. La végétation est très vigoureuse et les rendements élevés. Nous étions donc, sous tous les rapports, dans de bonnes conditions pour avoir des résultats qu'on peut considérer comme représentant ceux d'une bonne production normale.

Les cépages choisis sont l'aramon et la clairette. Nous avons prélevé les échantillons tous les quinze jours, du 15 avril 1891 au 1er septembre de la même année. Au 15 avril et au 1er mai, les feuilles et les jeunes sarments n'étaient pas suffisamment distincts pour faire deux analyses spéciales. A partir du 15 juin, les trois organes ont été séparés, pesés et analysés à part.

La floraison a eu lieu vers la fin de mai et la véraison a commencé vers la fin de juillet. La maturité était à peu près complète pour l'aramon au 1er septembre, mais la clairette était un peu moins avancée. La vendange a eu lieu du 25 août au 4 septembre pour l'aramon et du 8 au 15 septembre pour la clairette.

Nous avons limité nos déterminations aux éléments qui présentent le plus d'importance pour les viticulteurs, c'est-à-dire l'azote, l'acide phosphorique, la potasse, la chaux et la magnésie. Le soufre, qui paraît également jouer un rôle important dans le végétal qui nous occupe, devait compléter cette liste. Nous avions, en effet, dosé l'acide sulfurique dans les premiers échantillons et nous nous proposions aussi de déterminer le soufre total par la méthode de M. Berthelot ; malheureusement, le soufrage pratiqué dans les

---

1. *Bulletin de la Station agronomique d'Alger,* année 1890-1891.

vignes contiguës aux parcelles réservées pour nos recherches ne nous a pas permis de continuer ces déterminations, le vent ayant emporté de la poussière de soufre sur ces parcelles.

Avant d'exposer les résultats que nous avons obtenus, nous allons décrire sommairement les procédés employés pour l'échantillonnage et l'analyse chimique.

Échantillonnage.

Pour faire, aux différentes époques, des prises d'échantillons représentant bien le degré moyen d'avancement de la végétation, il aurait fallu prendre la totalité des pousses d'un certain nombre de pieds pour chaque cépage ; mais, outre que ce procédé eût entraîné un préjudice pour le propriétaire, il aurait présenté de sérieuses difficultés pour diviser cette masse et obtenir les échantillons pour l'analyse.

Nous avons donc dû simplifier un peu notre programme et nous contenter de prendre, d'abord une centaine de jeunes pousses, puis d'en diminuer progressivement le nombre, de manière à le réduire à dix à partir du 1er juillet. Ces sarments étaient choisis parmi les pousses moyennes de dix ceps différents. Il est superflu d'ajouter que les mêmes pieds n'ont été utilisés qu'une seule fois.

Chaque cep avait 6 porteurs avec une moyenne de 12.96 sarments et 16.20 raisins, mais des sarments portaient 2 ou 3 grappes, tandis que d'autres en étaient dépourvus. A partir du 1er juillet, nous nous sommes attaché à avoir dans les sarments choisis une quantité (12.5) de raisins à peu près proportionnelle tout en ayant soin de couper une ou deux branches n'ayant pas de grappes.

Ce procédé n'est pas complètement à l'abri de toute critique, car il est évident que tous les ceps ne végètent pas de la même façon, et que sur un même pied, toutes les pousses ne se développent pas parallèlement, et il est permis de supposer que les courbes que nous examinerons plus loin seraient plus régulières et donneraient une idée plus nette de la marche de l'absorption des divers principes nutritifs si nous avions pu, en opérant sur des masses beaucoup plus considérables de matières, obtenir un cep moyen vrai.

Cependant, nous croyons nous être suffisamment rapproché de la réalité pour négliger cette cause d'erreur.

Aussitôt après la récolte, les rameaux étaient apportés au laboratoire où on séparait les feuilles et les raisins en les coupant au niveau du sarment.

Les feuilles, les sarments et les raisins étaient ensuite pesés et mis à sécher dans une grande étuve en bois à une température comprise entre 35 et 40 degrés.

Lorsque la dessiccation était suffisante, on arrêtait le chauffage et on laissait la matière pendant 24 heures dans l'étuve refroidie. On pesait à nouveau et on passait au moulin. La poudre ainsi obtenue, bien mélangée et placée dans des flacons secs et bien bouchés était prête pour l'analyse.

Après la véraison, la dessiccation des raisins est longue et difficile et il est plus commode d'employer pour eux le procédé suivant : les grains sont séparés des rafles, foulés et pressés. Le jus recueilli avec soin est pesé, on prend un poids de ce moût dans une fiole qu'on ferme avec un tampon de coton ou dans un ballon qu'on scelle à la lampe et on stérilise. Le marc et les rafles sont mélangés, desséchés comme à l'ordinaire et passés au moulin.

Lorsqu'on procède à l'analyse, il suffit, pour avoir un échantillon moyen de la grappe entière, d'ajouter au moût une quantité proportionnelle de marc.

Méthode d'analyse.

Eau et cendres. — 20 gr. de matière sont pesés dans une capsule en platine tarée et desséchés dans une étuve à 110 degrés, ce qui fournit la teneur en eau. La capsule est ensuite placée dans un têt en terre reposant sur un fourneau et recouverte par un entonnoir en verre. La température de la capsule reste toujours au-dessous du rouge sombre et on obtient des cendres bien blanches (à l'exception des cendres des raisins approchant de la maturité qui restent toujours un peu charbonneuses) et sans aucune trace fusion.

Les cendres sont ensuite dissoutes dans l'acide azotique ; on filt

sur un petit filtre, dans un ballon de 100 centim. cubes, et on lave à l'eau bouillante.

Si les cendres renferment encore quelques parcelles de charbon, on place le filtre avec son contenu dans la capsule, on dessèche, on incinère doucement, et on reprend par quelques gouttes d'acide nitrique; on filtre et lave à l'eau bouillante.

Ce second filtre (ou le premier si les cendres ne renfermaient pas de charbon) est également desséché dans la capsule puis incinéré.

Le poids du résidu représente celui des sables qui adhéraient mécaniquement aux organes et dont il faudra tenir compte pour le défalquer du poids des cendres brutes et de la matière sèche.

Lorsque la liqueur est refroidie, on complète le volume jusqu'au trait et on procède au dosage des éléments minéraux de la manière suivante :

Acide phosphorique. — On prend 25 centim. cubes de liqueur, on sépare l'acide phosphorique à l'état de phospho-molybdate d'ammoniaque et on le pèse sous forme de pyrophosphate de magnésie.

Potasse. — La méthode suivie pour la potasse est celle de M. Schlœsing avec pesée du perchlorate de potasse obtenu avec 25 centim. cubes de liqueur.

Chaux et magnésie. — On prend 25 centim. cubes de liquide, on sépare la chaux à l'état d'oxalate et on la pèse à l'état de chaux vive. Dans le liquide séparé de l'oxalate de chaux, on précipite la magnésie à l'état de phosphate-ammoniaco-magnésien et on la pèse à l'état de pyrophosphate de magnésie.

Azote. — On dose l'azote sur 1 gr. de matière par la méthode Kjeldahl.

Développement des rameaux.

Le tableau suivant résume les résultats qu'a donnés la pesée des échantillons aux dix époques considérées. Tous les chiffres ont été rapportés à dix sarments moyens. Le rapport des feuilles aux sarments a varié entre $\frac{1}{1.04}$ et $\frac{1}{0.71}$ pour l'aramon, et entre $\frac{1}{0.66}$ et $\frac{1}{0.56}$ pour la clairette. Si, sur les temps pris comme abscisses, nous dressons des ordonnées proportionnelles aux poids successifs de la matière

Développement progressif des feuilles, des sarments et des raisins.

DATES.		ARAMON.				CLAIRETTE.			
		FEUILLES.	SARMENTS.	RAISINS.	TOTAL.	FEUILLES.	SARMENTS.	RAISINS.	TOTAL.
15 avril	Poids de 10 sarments.	27,5		»	»	15,3		»	»
	Substance sèche p. 100.	16.72		»	»	19.33		»	»
	— totale.	4.6		»	»	3.00		»	»
1er mai	Poids de 10 sarments.	94		»	»	74		»	»
	Substance sèche p. 100.	16.94		»	»	18.63		»	»
	— totale.	16.0		»	»	13.8		»	»
15 mai	Poids de 10 sarments.	105	110	»	215	118,5	74	»	192,5
	Substance sèche p. 100.	20.5	14.77	»	17.56	20.00	15.73	»	18.60
	— totale.	21.5	16.24	»	37.74	23.7	11.6	»	35.3
1er juin	Poids de 10 sarments.	374	325	»	699	441	251	»	692
	Substance sèche p. 100.	21.00	19.9	»	143.5	20.30	20.00	»	20.16
	— totale.	78.5	65	»	20.50	89.5	50.2	»	139.7
15 juin	Poids de 10 sarments.	566	404	150	11,20	539	302	88	929
	Substance sèche p. 100.	22.24	21.80	14.40	»	21.59	23.10	14.00	»
	— totale.	125.9	85.2	17.1	228.2	116	69.4	12.3	197.7
1er juillet	Poids de 10 sarments.	738	530	888	2 156	810	470	500	1 780
	Substance sèche p. 100.	24.3	24.8	8.9	»	24.6	28.1	11.1	»
	— totale.	180	131.7	70.8	382.5	199.2	132.0	55.6	386.8
15 juillet	Poids de 10 sarments.	804	670	977	2 451	860	482	604	1 946
	Substance sèche p. 100.	26.8	28.9	9.5	»	26.0	40.0	13.2	»
	— totale.	215.9	193.7	92.8	502.4	223.6	192.8	79.7	496.1
1er août	Poids de 10 sarments.	866	654	1 478	2 948	936	603,4	900	2 186
	Substance sèche p. 100.	31.6	32.0	13.1	»	28.6	33.2	12.7	»
	— totale.	273.9	209.7	164.1	647.7	267.6	195.7	114.3	577.7
15 août	Poids de 10 sarments.	814	688	2 260	3 762	930	522	1 820	3 272
	Substance sèche p. 100.	38.0	37.9	15.1	»	29.2	40.8	15.9	»
	— totale.	39.98	261	341.2	912.0	271.8	213.2	287.5	772.5
1er septembre	Poids de 10 sarments.	874	654	4 320	5 848	826	548	3 390	4 666
	Substance sèche p. 100.	35.7	40.2	13.8	»	37.9	45.4	16.7	»
	— totale.	312.2	263.1	598.5	1 173.8	313.0	248.8	567.8	1 129.

sèche des divers organes, et si nous joignons tous les sommets par des lignes continues, nous aurons des courbes qui exprimeront la marche de la croissance des sarments, des feuilles et des raisins.

L'examen des chiffres du tableau ci-contre et des courbes qui en dérivent conduit alors aux constatations suivantes :

Feuilles. — On remarque tout de suite la régularité de la courbe du 15 mai au 1er août. La vitesse de croissance est à peu près la même pendant toute la durée de cette période et l'augmentation de poids est les 4/5 du poids total. Pendant le mois d'août, le développement de l'appareil foliacé est beaucoup plus lent et l'augmentation de poids est seulement de 15 p. 100 environ.

Sarments. — La courbe de la matière sèche est constituée par des lignes brisées dont la direction générale est la même que pour les feuilles. Cependant, il paraît y avoir un arrêt dans la croissance plus marqué à la fin de juillet, la courbe se relève ensuite davantage.

Raisins. — L'examen de la courbe de la matière sèche montre qu'il y a ici deux périodes de croissance nettement différenciées : la première période, qui s'étend du moment où le grain vient de se nouer jusqu'à la véraison, correspond à un faible accroissement ; pendant la seconde phase de végétation, comprise entre le 1er août (véraison) et la maturité, les raisins s'accroissent au contraire très rapidement en poids sec, formant ainsi environ 75 p. 100 de leur substance sèche totale dans l'espace d'un mois.

Cep entier[1]. — La courbe de la matière sèche indique qu'il y a trois périodes de développement assez nettement délimitées par les particularités que présentent les organes que nous venons d'examiner séparément. La première période, qui s'étend depuis le début de la végétation jusqu'au commencement de la floraison, correspond à un faible accroissement. C'est en quelque sorte une période préparatoire. La seconde phase de développement, comprise entre le milieu de mai et la véraison (1er août), est caractérisée par la formation de l'appareil végétatif (sarments et feuilles), et le poids sec du cep augmente rapidement (de 50 p. 100 environ). Enfin, après la vérai-

1. Par cep entier nous désignons les sarments, les feuilles et les raisins, c'est-à-dire les trois organes pris dans leur ensemble.

son et jusqu'à la maturité, il y a une dernière période où l'augmentation de la substance sèche est maximum (45 p. 100 environ dans ce court espace de temps). Cette période est caractérisée par le développement des grappes et l'accumulation du sucre dans les grains.

Composition en centièmes de la matière sèche.

Avec les procédés analytiques décrits précédemment, nous avons obtenu les résultats que nous consignons dans le tableau suivant en les rapportant à 100 de matière sèche.

Ce tableau va nous permettre d'examiner les variations de composition qui se manifestent aux différentes époques choisies pendant le cours de la vie des sarments, des feuilles et des raisins, ainsi que la répartition des éléments nutritifs dans ces trois organes.

Variations de composition pour un même organe.

Feuilles. — On remarque que les proportions d'azote, d'acide phosphorique et de potasse décroissent régulièrement à mesure que les feuilles avancent en âge. Au contraire, les doses relatives de chaux et de magnésie suivent une marche ascendante.

Sarments. — Les taux d'azote, d'acide phosphorique et de potasse diminuent progressivement comme dans les feuilles. Le phénomène est surtout accentué pour la potasse.

Mais, contrairement à ce qui a lieu dans les feuilles, on ne trouve guère plus de chaux et de magnésie au fur et à mesure qu'ils se développent. La proportion de magnésie surtout reste à peu près stationnaire.

Raisins. — Si on examine la composition des grappes aux différentes époques, depuis la floraison jusqu'à la maturité, on reconnaît que les taux des divers principes nutritifs diminuent de plus en plus. La chute est bien plus rapide pour la chaux et la magnésie que pour la potasse.

Répartition dans les différents organes.

Les feuilles sont caractérisées par la prédominance de l'azote et de la chaux.

Composition de la substance sèche p. 100.

DATES.	DÉSIGNATION des ORGANES.	ARAMON. CENDRES.	ARAMON. AZOTE.	ARAMON. ACIDE phosphorique.	ARAMON. POTASSE.	ARAMON. CHAUX.	ARAMON. MAGNÉSIE.	CLAIRETTE. CENDRES.	CLAIRETTE. AZOTE.	CLAIRETTE. ACIDE phosphorique.	CLAIRETTE. POTASSE.	CLAIRETTE. CHAUX.	CLAIRETTE. MAGNÉSIE.
15 avril . . .	Feuilles et sarments . . .	8.91	3 10	1.25	2.95	0.31	»	8.70	3.30	1.22	3.19	0.27	»
1er mai . . .	Feuilles et sarments . . .	7.37	2.74	0.84	1.70	1.18	0.26	7.20	2.48	1.05	1.86	1.09	0.36
15 mai. . . .	Feuilles . . .	7.09	3.17	0.94	1.90	1.07	0.35	6.50	2.88	0.78	1.42	1.48	0.38
	Sarments. . .	8.09	1.53	0.77	2.16	0.67	0.42	5.75	1.09	0.57	1.71	0.84	0.43
1er juin . . .	Feuilles . . .	7.16	2.72	0.80	1.72	1.32	0.44	7.32	2.73	0.76	1.33	1.63	0.48
	Sarments. . .	5.39	0.86	0.56	2.01	0.48	0.30	4.84	0.72	0.47	1.40	0.62	0.31
15 juin . . .	Feuilles . . .	7.51	2.63	0.73	1.57	1.80	0.63	7.91	2.26	0.58	1.22	2.24	0.89
	Sarments. . .	5.17	0.73	0.42	1.69	0.92	0.31	4.47	0.59	0 42	1.27	0.92	0.42
	Raisins. . . .	5.65	1.49	0.72	2.30	0.81	0.38	6.21	1.93	0.82	2.09	1.23	0.38
1er juillet . .	Feuilles . . .	7.60	2.65	0.66	1.60	1.88	0.70	8.20	2.34	0.51	1.27	1.92	0.92
	Sarments. . .	5.02	0.55	0.40	1.78	0.99	0.40	4.41	0.54	0.30	1.38	0.94	0.37
	Raisins. . . .	5.17	1.40	0.63	2.36	0.56	0.26	5.40	1.46	0.58	1.98	0.81	0.30
15 juillet. . .	Feuilles . . .	8.15	2.49	0.95	1.33	2.77	0.68	9.28	2.38	0.43	1.12	3.90	0.85
	Sarments. . .	4.17	0.55	0.33	1.22	0.98	0.38	4.23	0.48	0.27	0.94	1.17	0.34
	Raisins. . . .	4.18	1.13	0.50	1.78	0.68	0.21	4.54	1.39	0.51	1.64	0.80	0.24
1er août . . .	Feuilles . . .	8.81	2.38	0.40	1.07	3.25	0.89	8.83	2.11	0.35	0.73	3.70	0.79
	Sarments. . .	4.29	0 46	0.32	1.05	1.14	0.48	3.48	0.46	0.25	0.81	0.94	0.29
	Raisins. . . .	4.10	0.86	0.40	1.88	0.42	0.19	3.75	1.18	0.40	1.90	0.63	0.26
15 août . . .	Feuilles . . .	9.12	2.22	0.36	1.07	3.49	0.92	10.62	2.14	0.29	0.75	0.58	1.20
	Sarments. . .	3.90	0.47	0.25	0.84	0.94	0.45	3.59	0.44	0.49	0.67	1.09	0.33
	Raisins. . . .	3.32	0,62	0.26	1.23	0.28	0.16	2.92	0.87	0.25	1.42	0.45	0.14
1er septembre.	Feuilles . . .	9.08	2.30	0.35	1.13	3.47	1.00	11.34	1.94	0.29	0.70	5.08	1.16
	Sarments. . .	3.98	0.53	0.23	0.77	1.18	0.44	3.24	0.38	0.18	0.58	1.05	0.28
	Raisins. . . .	2.45	0.68	0.28	1.25	0.20	0.11	2.63	0.57	0.26	1.14	0.25	0.09

Les sarments renferment une forte proportion de potasse pendant la première période de la végétation, puis, à partir du mois d'août, c'est la chaux qui prédomine. Toutefois, les variations sont moins grandes que dans les feuilles et les raisins, et les sarments peuvent être considérés comme formant une région de passage pour les principes nutritifs allant du sol aux raisins et aux feuilles, et de ces dernières aux grappes.

Quant aux raisins, ils se distinguent des feuilles et des sarments par ce fait qu'ils contiennent une plus forte proportion de potasse.

Il est digne de remarque que l'acide phosphorique se trouve sensiblement dans la même proportion dans les feuilles et les grappes.

Comparaison des cépages entre eux.

Si l'on compare la composition de l'aramon à celle de la clairette, on remarque de suite une différence essentielle. A toutes les époques les trois organes de ce dernier cépage, sauf quelques exceptions insignifiantes, sont plus riches en chaux et plus pauvres en potasse que ceux de l'aramon.

Cette différence doit-elle être attribuée à une propriété spécifique de ces cépages, ou peut-on généraliser et penser que les cépages blancs absorbent plus de chaux et moins de potasse ? Cette dernière opinion a déjà été soutenue, mais nous n'avons trouvé nulle part la preuve de ce fait.

On peut faire une troisième hypothèse qui consisterait à penser que les cépages à grands rendements (aramon) sont, toutes choses égales d'ailleurs, plus riches en potasse et plus pauvres en chaux que les cépages à petite ou moyenne production.

Composition d'un cep moyen.

D'après les poids des feuilles, des sarments et des raisins inscrits dans le premier tableau et la teneur centésimale de ces organes en azote, acide phosphorique, potasse, chaux et magnésie, exprimée dans le second tableau, il nous est facile d'établir la composition d'un rameau moyen. Connaissant le nombre moyen des rameaux sur un pied, nous pouvons ensuite calculer la composition d'un cep moyen.

Composition d'un cep moyen.

DATES.	DÉSIGNATION des ORGANES.	ARAMON.						CLAIRETTE.					
		MATIÈRE sèche.	AZOTE.	ACIDE phosphorique.	POTASSE.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	MATIÈRE sèche.	AZOTE.	ACIDE phosphorique.	POTASSE.	CHAUX.	MAGNÉSIE.
15 avril . . .	Feuilles et sarments	7,36	0,22	0,09	0,22	0,022	»	4,80	0,15	0,06	0,15	0,012	»
1er mai. . . .	Feuilles et sarments	25,6	0,70	0,21	0,43	0,30	0,06	22,0	0,54	0,23	0,41	0,24	0,08
15 mai. . . .	Feuilles	34,4	1,09	0,32	0,65	0,37	0,12	37,9	1,09	0,29	0,54	0,56	0,14
	Sarments. . . .	25,98	0,40	0,20	0,56	0,17	0,11	18,5	0,20	0,10	0,31	0,15	0,08
	Total. . .	60,38	1,49	0,52	1,21	0,54	0,23	56,4	1,29	0,39	0,85	0,71	0,22
1er juin . . .	Feuilles	125,6	3,64	1,00	2,16	1,65	0,55	143,2	3,91	1,08	1,90	2,33	0,69
	Sarments. . . .	104	0,89	0,58	2,09	0,50	0,31	80,32	0,58	0,38	1,12	0,50	0,25
	Total. . .	229,6	4,53	1,58	4,25	2,15	0,86	223,5	4,49	1,46	3,02	2,83	0,94
15 juin. . . .	Feuilles	201,4	5,29	1,47	3,16	3,62	1,26	185,6	4,19	1,08	2,26	4,16	1,65
	Sarments. . . .	136,3	0,99	0,57	2,26	1,16	0,42	111	0,65	0,46	1,41	1,02	0,46
	Raisins.	27,3	0,41	0,19	0,63	0,22	0,10	19,7	0,38	0,16	0,41	0,24	0,07
	Total. . .	365	6,69	2,23	6,05	5,00	1,78	316,3	5,22	1,70	4,08	5,42	2,18
1er juillet. . .	Feuilles	288	7,63	1,90	4,60	5,41	2,01	318,8	7,46	1,62	4,05	6,12	2,93
	Sarments. . . .	210,7	1,15	0,84	3,75	2,08	0,84	212,2	1,14	0,64	2,93	2,00	0,78
	Raisins	113,3	1,58	0,71	2,67	0,63	0,29	88,9	1,29	0,51	1,76	0,72	0,27
	Total. . .	642	10,36	3,45	11,02	8,12	3,14	619,9	9,89	2,77	8,74	8,84	3,98
15 juillet. . .	Feuilles	345,4	8,60	1,71	4,59	9,56	2,28	357,7	8,51	1,54	4,00	13,95	3,04
	Sarments. . . .	309,9	1,70	1,02	3,78	3,03	1,18	308,4	1,48	0,83	2,90	3,61	1,05
	Raisins.	148,5	1,67	0,74	2,64	1,00	0,30	127,5	1,77	0,65	2,10	1,02	0,31
	Total. . .	803,8	11,97	3,47	11,01	13,59	3,76	793,5	11,76	3,02	9,00	18,58	4,40
1er août . . .	Feuilles	438	10,42	1,75	4,68	14,23	3,89	428	9,03	1,50	3,12	15,83	3,38
	Sarments. . . .	335,5	1,51	1,07	3,52	3,82	1,61	313	1,44	0,78	2,63	2,93	0,90
	Raisins	262,5	2,26	1,07	4,93	1,10	0,50	182,8	2,15	0,73	3,47	1,15	0,47
	Total. . .	1036	14,22	3,87	11,13	18,15	6,00	923,8	12,62	3,01	9,22	19,91	4,75
15 août. . . .	Feuilles	495,7	11,00	1,78	5,30	17,29	4,56	434,8	9,30	1,26	3,26	19,91	5,21
	Sarments. . . .	417,6	1,96	1,04	3,50	3,92	1,87	341	1,50	0,65	2,28	3,71	1,12
	Raisins	545,9	3,38	1,42	6,71	1,52	0,87	460	4,00	1,15	6,53	2,07	0,65
	Total. . .	145,92	16,34	4,24	15,51	22,73	7,30	1235,8	14,8	3,06	12,07	25,69	6,98
1er septembre.	Feuilles	499	11,47	1,74	5,63	17,31	5,00	500	9,7	1,45	3,50	25,4	5,8
	Sarments. . . .	421	2,23	0,96	3,24	4,96	1,85	398	1,51	0,71	2,30	4,18	1,11
	Raisins	957	6,50	2,68	11,96	1,91	1,05	908	5,17	2,36	10,15	2,27	0,82
	Total. . .	1877	20,2	5,38	20,83	24,18	7,90	1806	16,38	4,52	16,15	31,85	7,73

Au lieu de prendre le cep moyen de nos expériences, nous avons supposé un cep type ayant 16 rameaux (au lieu de 12.96) et 20 raisins (au lieu de 16.2)[1], parce que nous estimons qu'un pied ainsi chargé représente mieux ce qui existe dans la grande majorité des cas en Algérie, seulement pour qu'il n'y ait rien de changé au point de vue de la quantité des matières fertilisantes enlevées au sol par hectare, nous avons diminué proportionnellement le nombre des ceps. On trouve ainsi que les 3086 souches espacées de 1m,80 sont équivalentes à 2500 pieds espacés de 2 mètres en tous sens.

Le tableau suivant représente la composition d'un cep type tel que nous venons de le définir.

L'examen de ce tableau nous montre que les variations ne sont plus du tout du même sens, si on considère la teneur absolue au lieu de considérer la teneur centésimale.

Le cep s'enrichit constamment en éléments nutritifs en même temps qu'il augmente sa masse de matière végétale, mais cette augmentation est le résultat de la croissance de trois organes qui y contribuent dans des proportions fort différentes suivant l'époque de la végétation.

C'est ce que nous allons voir en étudiant séparément les feuilles, les sarments et les raisins.

Pour qu'on puisse juger de la marche de l'absorption des principes nutritifs, nous avons d'abord exprimé les nombres bruts du dernier tableau en fraction du maximum. Nous donnons ci-après ce nouveau tableau.

On voit déjà, en parcourant ce tableau, que non seulement les feuilles et les sarments ne gagnent plus rien en acide phosphorique et en potasse, à partir d'un certain moment, mais encore qu'ils s'appauvrissent au profit du fruit.

Mais pour rendre les résultats plus frappants, nous avons traduit les chiffres de ce tableau dans des graphiques qui permettent de saisir d'un seul coup d'œil la marche relative de l'absorption des divers principes nutritifs et de la comparer à la formation de la matière végétale.

1. Cela suppose des ceps établis avec 8 porteurs.

Principes nutritifs exprimés en centièmes des quantités maxima.

DATES.	DÉSIGNTAION des ORGANES.	ARAMON.						CLAIRETTE.					
		SUBSTANCE sèche.	AZOTE.	ACIDE phosphorique.	POTASSE.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	SUBSTANCE sèche.	AZOTE.	ACIDE phosphorique.	POTASSE.	CHAUX.	MAGNÉSIE.
15 avril . . .	Feuilles et sarments. . . .	0,3	1	1,6	1	0,09	»	0,2	0,9	1,3	0,9	0,03	»
1er mai . . .	Feuilles et sarments. . . .	1	3	3,8	2	1	0,7	1	3	5,0	2,5	0,7	1,0
15 mai. . . .	Feuilles. . . .	6,8	9	16	11	2	2	7,5	11	17	13	2	2
	Sarments . . .	6	17	18	14	3	6	4,6	13,0	12	10	3	7
	Total. .	3	7	9	5	2	3	3	7	8	5	2	2,8
1er juin. . .	Feuilles. . . .	25	31	52	38	9,5	11	28	40	66	46	9	11
	Sarments . . .	24	38	54	55	10	16	20	38	45	38	12	22
	Total. .	12	22	29	20	9	10	12	27	32	18	8	12
15 juin . . .	Feuilles. . . .	40	46	77	56	20	25	37	43	65	55	16	28
	Sarments . . .	32	42	53	59	23	22	27	43	55	48	24	41
	Raisins. . . .	2,8	6	7	5	11	9	2	7	6,7	4	10	8
	Total. .	19	33	41	28	20	22	17	31	37	25	17	28
1er juillet . .	Feuilles. . . .	57	66	100	81	31	40	63	76	100	100	24	50
	Sarments . . .	50	51	78	99	41	45	53	75	77	100	47	70
	Raisins. . . .	11	24	26	22	33	27	9	24	21	17	31	32
	Total. .	32	51	64	52	33	40	34	60	61	54	27	51
15 juillet. . .	Feuilles. . .	69	75	90	81	55	45	71	87	95	98	54	52
	Sarments . . .	73	76	95	100	61	63	77	98	100	98	86	94
	Raisins. . . .	15	25	27	22	52	28	14	34	27	20	44	37
	Total. .	42	59	64	52	56	47	43	71	66	55	58	56
1er août. . .	Feuilles. . . .	87	90	92	83	82	78	84	93	92	77	62	58
	Sarments . . .	79	69	100	93	77	87	78	95	93	82	70	81
	Raisins. . . .	27	34	39	41	57	47	20	41	27	33	50	57
	Total. .	55	70	71	63	75	75	51	77	66	57	62	61
15 août . . .	Feuilles. . . .	99	95	93	94	99	91	92	95	77	80	78	89
	Sarments . . .	99	87	97	92	79	100	85	99	78	77	88	100
	Raisins. . . .	57	52	52	56	79	82	50	77	48	63	90	79
	Total. .	77	80	79	74	94	92	68	90	68	74	80	90
1er septembre	Feuilles. . . .	100	100	91	100	100	100	100	100	89	85	100	100
	Sarments . . .	100	100	89	85	100	100	100	100	86	78	100	100
	Raisins. . . .	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Total. .	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Ces courbes, obtenues en prenant les pourcentages pour ordonnées et les jours comme abscisses, montrent d'une façon saisissante l'accroissement en valeur absolue de la matière sèche et des éléments nutritifs.

Certaines courbes présentent quelques irrégularités qu'il est facile de s'expliquer en se rappelant que le procédé employé pour prélever les échantillons au vignoble ne comportait qu'une exactitude approchée et que ces échantillons pouvaient s'écarter en plus ou en moins de ceux représentant exactement la moyenne du développement de la végétation.

Nous allons examiner successivement ces différents diagrammes.

Feuilles. — La courbe de l'azote est à peu près parallèle à celle de la matière sèche, ce qui indique que l'absorption de cet élément se fait au jour le jour, régulièrement. Les courbes de l'acide phosphorique et de la potasse, au contraire, montrent que les feuilles ont besoin d'absorber plus rapidement ces deux corps. Le maximum est atteint au 1er juillet, alors qu'elles n'ont guère encore formé que 60 p. 100 de leur matière sèche. A partir de ce moment, les feuilles se vident en potasse et en acide phosphorique au profit des raisins.

Quant aux courbes de la chaux et de la magnésie, elles sont d'abord bien au-dessous de celle de la substance sèche, signe d'un besoin moindre de ces deux substances pour les feuilles. Au mois d'août, les feuilles commencent à se charger de ces deux corps et les courbes se rapprochent de celle de la matière sèche.

Sarments. — La marche générale de l'absorption ne varie pas d'une manière notable de celle des feuilles. La courbe de l'azote est encore parallèle, mais elle s'en éloigne davantage au début, ce qui indique que le besoin de cet élément se fait surtout sentir au commencement de la végétation. Nous voyons les courbes de l'acide phosphorique et de la potasse d'abord très inclinées sur l'axe des temps jusqu'au 1er juin, rester presque horizontales jusqu'au 15 juin; puis se relever brusquement et atteindre le maximum dans la première quinzaine de juillet, et enfin s'abaisser notablement pour se relever légèrement dans leur partie finale.

Ces deux périodes d'appauvrissement en acide phosphorique et en potasse correspondent précisément à deux phénomènes physio-

logiques importants : la formation des grains, c'est-à-dire le moment où le fruit est en train de *nouer* et la *véraison*.

Quant aux courbes de la chaux et de la magnésie, elles suivent celle de la matière sèche, tantôt au-dessous, tantôt au-dessus, mais s'en éloignant dans tous les cas bien moins que dans les feuilles.

Raisins. — Les courbes de l'azote, de l'acide phosphorique et de la potasse indiquent que l'absorption de ces trois éléments est plus régulière, car elles montrent une convexité tournée vers l'axe des temps moins prononcée.

Les courbes de la chaux et de la magnésie présentent des lignes droites dans leur direction générale, ce qui montre que l'absorption de ces deux principes est relativement plus intense dans la période qui précède la véraison, plus de 50 p. 100, tandis qu'il ne se forme que 25 p. 100 de matière sèche.

Cep entier. — Si nous examinons les courbes de l'azote, de l'acide phosphorique et de la potasse nous voyons que l'absorption de ces trois éléments est surtout rapide du 15 mai au 1er juillet (50 à 60 p. 100), c'est-à-dire pendant la période qui s'étend depuis le commencement de la floraison jusqu'au moment où les sarments et les feuilles ont atteint presque leur entier développement. Pendant le mois de juillet, le stock de ces principes reste presque stationnaire dans le cep.

Enfin, du 1er août au commencement de septembre se présente une 2e période d'absorption rapide correspondant à la maturité des raisins.

Il serait intéressant de savoir jusqu'à quel point la souche peut jouer le rôle de magasin pour les matières alimentaires, si son approvisionnement diminue lorsque le besoin de ces matières devient intense dans les organes que nous avons étudiés, et si, au contraire, les matériaux s'y accumulent avant la feuillaison et aux époques de ralentissement, ou si la consommation dans les sarments, les feuilles et les raisins règle toujours l'absorption.

Les courbes de la chaux et de la magnésie se tiennent au contraire, dans la première phase de la végétation, au-dessous de celle de la matière sèche, indice d'un besoin peu intense de ces deux éléments. C'est surtout dans la dernière période de la végétation

que ces deux principes s'accumulent dans les organes et principalement dans les feuilles. Il est même probable que la chaux continue à s'accumuler dans les feuilles jusqu'à la mort, ce qui permet d'expliquer la forte quantité de chaux signalée dans la vigne par quelques expérimentateurs.

Ce fait semble indiquer que la chaux et la magnésie ne doivent jouer ici qu'un rôle physiologique secondaire et qu'on ne doit pas attacher une grande importance à la proportion élevée de chaux qu'on trouve dans la vigne.

En résumé, on voit, au moment de la véraison, les principes qui dominent dans les raisins disparaître des feuilles et des sarments et ceux que les grappes ne contiennent qu'en faible proportion se concentrer dans les feuilles qui présentent alors une richesse de plus en plus élevée en chaux et en magnésie.

Quantité de matières fertilisantes absorbées par hectare et par an.

Pour considérer l'ensemble des matières fertilisantes enlevées au sol par la vigne, dans les conditions de nos expériences, il nous reste à évaluer la production en feuilles, en sarments et en raisins. Le poids moyen d'un raisin était de 345 gr. pour l'aramon et de 271 gr. pour la clairette.

Avec ces données, on trouve que la production en raisins a été de 17 280 kilogr. pour le premier cépage et de 13 560 pour le second. Ces quantités correspondent à environ 115 hectolitres pour l'aramon et 90 hectolitres pour la clairette. Le tableau suivant indique les quantités de produits par hectare exprimées en matière fraîche :

	ARAMON. — Kilogr.	CLAIRETTE. — Kilogr.
Feuilles	3 496	3 304
Sarments	2 616	2 192
Raisins	17 280	13 560
TOTAL	23 392	18 664

Ces résultats nous permettent de calculer l'ensemble des éléments

fertilisants que la vigne a absorbés dans le cours de sa végétation annuelle pour la production de ses sarments, de ses feuilles et de ses raisins.

Le tableau suivant exprime les quantités des principes fertilisants ainsi enlevés au sol par hectare :

	ARAMON.	CLAIRETTE.
	Kilogr.	Kilogr.
Matière sèche	4 692,5	4 515,0
Azote	50,5	40,9
Acide phosphorique	13,4	11,3
Potasse	52,0	40,4
Chaux	60,4	79,6
Magnésie	19,7	19,3

Les quantités d'azote, de potasse et de chaux dans une bonne récolte ordinaire sont donc assez considérables, celles d'acide phosphorique et de magnésie sont bien moins importantes.

Ces chiffres ne représentent pas la totalité des matières fertilisantes enlevées au sol par la vigne, car nous avons négligé de tenir compte de l'accroissement annuel de la souche et des racines. Nous n'avons trouvé aucun renseignement sur ce point, mais les expériences que nous avons entreprises nous permettront bientôt d'évaluer, au moins approximativement, les poids des éléments nutritifs ainsi fixés chaque année dans le cep et les racines.

Au moment de la récolte, l'azote, l'acide phosphorique et la potasse sont ainsi répartis dans les trois organes :

	ARAMON.			CLAIRETTE.		
	Azote.	Acide phosphorique.	Potasse.	Azote.	Acide phosphorique.	Potasse.
Feuilles	56.78	32,34	27.00	59.21	32.08	21.66
Sarments	11.12	13.66	15.59	9.23	15.71	14.26
Raisins	32.10	50.00	57.41	31.56	52.21	64.08
TOTAUX	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Les feuilles contiennent environ les trois cinquièmes de l'azote, le tiers de l'acide phosphorique et le quart seulement de la potasse. Les raisins renferment plus des trois cinquièmes (presque les 2/3

dans la clairette) de la potasse, la moitié de l'acide phosphorique et à peine le tiers de l'azote. Quant aux sarments, ils sont pauvres en tout.

Ces considérations nous démontrent que l'azote (et l'acide phosphorique à un moindre degré) est indispensable à la formation du système foliacé et sert surtout à alimenter les feuilles, organes chargés d'élaborer le sucre qui viendra s'accumuler dans les grains.

L'acide phosphorique et surtout la potasse nous apparaissent comme les éléments essentiels nécessaires au développement des raisins.

Puisque l'azote et la potasse sont toujours absorbés en plus forte proportion que l'acide phosphorique, il semblerait qu'on dût s'inquiéter beaucoup plus de la restitution de ces deux éléments que de la restitution de l'acide phosphorique. C'est vrai dans une certaine limite seulement, car nous savons que l'acide phosphorique est absorbé plus rapidement que les deux autres éléments. Or, pour des vitesses d'absorption inégales, le sol doit renfermer une plus forte proportion relative de l'élément utilisé dans le temps le plus court. D'autre part, nous venons de voir que l'acide phosphorique est surtout utilisé par les grappes.

Il nous paraît donc résulter de ces diverses considérations que le chiffre donné par l'analyse, pour l'acide phosphorique, ne représente qu'un minimum relativement aux deux autres éléments, en tant qu'indication pour l'emploi des engrais.

Les chiffres que nous avons obtenus dans ces expériences sont du même ordre que ceux trouvés par M. Müntz, professeur à l'Institut agronomique, dans des conditions de culture et de milieu totalement différentes et en employant une méthode également toute différente[1]. Il trouve cependant moins de potasse et plus de chaux. L'écart relatif à la potasse s'explique facilement si on se rappelle que dans les intéressantes recherches de M. Müntz la récolte a été seulement de 44^{hl},4 de vin à l'hectare. Quant à la différence dans les quantités de chaux, elle provient sans doute de ce qu'il s'est servi de feuilles plus âgées pour ses analyses.

1. *Annales agronomiques*, t. XVIII, n° 4.

Engrais à donner à la vigne.

Nous quittons ici le terrain expérimental pour entrer dans le domaine des hypothèses et les conclusions que nous formulerons dans le courant de ce chapitre ne présenteront qu'un caractère de probabilité. Cette remarque faite, nous allons aborder la discussion de nos résultats et voir qu'on peut en tirer des indications claires sur le besoin d'engrais de la vigne, et qu'avec les chiffres que nous avons trouvés comme quantités de matières fertilisantes enlevées au sol, on peut baser des formules d'engrais.

La moyenne des résultats pour l'aramon et la clairette est d'environ 45 kilogr. d'azote et 45 kilogr. de potasse, pour une récolte de 100 hectolitres de vin. Quant à l'acide phosphorique, nous avons montré que la restitution devait être un peu supérieure à la quantité enlevée au sol et nous avons élevé arbitrairement cette quantité à 15 kilogr. Nous pensons donc qu'on peut adopter les chiffres suivants comme représentant l'épuisement moyen du sol par hectare et pour une récolte de 100 hectolitres de vin, dans les vignobles de la Colonie.

	KILOGR.	RAPPORTS.
Azote	45	3
Acide phosphorique	15	1
Potasse	45	3

Il est digne de remarque que ces chiffres diffèrent fort peu de ceux qui représentent la composition de 10 000 kilogr. de fumier de ferme. Cette constatation expérimentale est du reste tout à fait d'accord avec les faits observés dans la pratique. Beaucoup de vignobles, en effet, aussi bien en France qu'en Algérie, se maintiennent à un taux de production élevé en employant seulement le fumier de ferme à la dose de 40 000 à 60 000 kilogr. tous les quatre ans.

Pour une production voisine de 100 hectolitres, nous trouvons donc pour 1 d'acide phosphorique, 3 d'azote et 3 de potasse. Mais s'il s'agissait d'une récolte plus abondante, il est clair que ces rapports ne seraient plus les mêmes. La potasse se trouvant surtout dans les

raisins, il en résulterait une augmentation dans sa proportion relative en même temps que dans sa valeur absolue, parce que le poids des feuilles et des sarments varie peu, ou tout au moins n'augmente pas parallèlement à celui des grappes. Il en serait de même, mais à un moindre degré, pour l'acide phosphorique.

On peut donc tirer dès maintenant cette conclusion : que l'addition au sol des engrais phosphatés et potassiques doit se faire dans une plus forte proportion que celle indiquée, lorsque l'on veut obtenir des rendements très élevés. L'azote, au contraire, semble moins utile au-dessus d'une certaine dose, dose qui est nécessaire pour constituer l'appareil végétatif (feuilles et sarments).

Jusqu'ici nous avons fait abstraction du sol, nous devons maintenant le faire intervenir et tâcher de dégager son action dans le problème de la fumure. L'action des engrais est subordonnée à la composition du sol et on ne saurait appliquer la même formule à toutes les terres sans s'exposer à de graves mécomptes.

Nous devons donc rechercher les modifications qu'il faut introduire dans la formule d'engrais, suivant la richesse du sol en éléments fertilisants.

On admet aujourd'hui que, lorsqu'une terre donne à l'analyse effectuée par la méthode officielle, 1 p. 100 d'azote, d'acide phosphorique et de potasse, il y a lieu de se borner à la restitution des éléments enlevés par les récoltes. C'est donc dans ce cas que la formule d'engrais que nous avons indiquée est appliquable.

Il peut arriver que, bien qu'il y ait égalité entre les dosages de l'azote, de l'acide phosphorique et de la potasse, le sol présente une grande richesse ou une grande pauvreté. Dans le premier cas, tout en conservant la même formule, on réduira les doses, voire même on supprimera l'engrais. Dans le second, au contraire, on augmentera la quantité d'engrais.

Le dernier cas — et c'est certainement le plus fréquent — est celui où la terre est pauvre en un ou deux éléments, alors que l'autre élément ou les deux autres sont en proportion convenable, ou même présentent un taux plus élevé. Il y a lieu dans ces conditions de modifier la formule primitive.

Prenons un exemple pour mieux faire ressortir l'importance de

ces faits et supposons une terre donnant à l'analyse les résultats suivants :

	P. 1000.
Azote	1
Acide phosphorique	1
Potasse	3

Quelles sont les quantités d'engrais que nous devrons employer ? Il est inutile dans ce cas de donner à la terre la quantité de potasse enlevée par la vigne, il faudra la réduire au 1/3, voire même supprimer complètement cet élément. C'est à l'expérimentation directe à trancher la question. Dans un pareil sol, la formule à conseiller sera surtout une fumure phospho-azotée.

Il est entendu que ces chiffres ne doivent pas être regardés comme ayant une signification pratique absolue ; ils ne peuvent servir qu'à fixer les idées, l'analyse chimique étant insuffisante pour nous renseigner d'une manière précise sur la teneur en principes utiles du sol.

Nous pourrions multiplier les exemples, mais celui-ci suffit pour montrer comment on peut se servir des formules d'engrais déduites de la composition des plantes.

Les analyses de terre faites jusqu'à ce jour semblent indiquer que l'absence de la potasse est moins générale que celle de l'azote et surtout de l'acide phosphorique, d'où cette conséquence que les fumures azotées doivent être d'un emploi plus fréquent.

Mais, d'un autre côté, nous savons que l'azote est l'élément le plus cher et le plus instable et que nous devons chercher à l'utiliser au maximum en donnant de l'acide phosphorique et de la potasse à discrétion.

Il y a enfin un troisième facteur qui peut modifier la formule d'engrais : c'est la différence entre les gains et les pertes du sol en élément fertilisant, par les causes naturelles.

Pour l'acide phosphorique et la potasse, le gain est à peu près nul et les déperditions peuvent être négligées. Il n'en est pas ainsi pour l'azote dont le stock du sol peut être augmenté : 1° par l'azote apporté par les eaux météoriques sous forme d'ammoniaque, de nitrates et de nitrites. Nous avons trouvé cette quantité égale à

8 kilogr. pour l'année 1890-1891. 2° Ensuite, il y a l'azote de l'ammoniaque de l'air qui peut être pris directement par les feuilles. 3° En troisième lieu, nous avons l'absorption de l'ammoniaque aérienne par le sol. Nous avons enfin une quatrième source d'azote dans la fixation de l'azote libre de l'air par les micro-organismes.

Toutes ces causes de restitution sont assez faibles et ne semblent pas devoir compenser la perte produite par l'enlèvement des nitrates par les eaux qui traversent le sol.

Comme, d'un autre côté, d'après les expériences de M. Wagner, la vigne ne fait pas partie des plantes accumulatrices d'azote, nous sommes fondé à penser que les terres plantées en vigne s'appauvrissent en azote et qu'il serait dangereux de le supprimer dans la formule d'engrais.

Avec M. Georges Ville nous sommes en présence d'une tendance très marquée à accorder à la potasse un rôle prépondérant dans la fumure, et d'après lui, quand on veut obtenir un rendement très élevé en raisins, c'est la dose de potasse qu'il faut forcer.

M. Degrully, professeur à Montpellier, et les viticulteurs du Midi voient au contraire dans l'azote le facteur le plus important pour obtenir une production abondante et conseillent surtout l'emploi des engrais azotés.

Les résultats que nous avons exposés et la discussion qui les accompagne nous dispensent de prendre parti entre les *potasseurs* et les *azotiers*, parce qu'il s'en dégage nettement que c'est l'*engrais complet* qu'il faut donner à la vigne, engrais complet dont la formule sera établie d'après la composition du sol. La richesse ou la pauvreté de ce dernier pouvant entraîner la réduction, la suppression ou l'augmentation de l'un ou de plusieurs des composants.

On voit donc, d'après les considérations que nous venons de développer, qu'il est possible, en se fondant sur la composition de la plante et du sol, et guidé par la marche de l'absorption des principes nutritifs pendant la végétation, de renseigner les agriculteurs sur les engrais qu'ils doivent employer dans chaque cas particulier.

MONOGRAPHIE

DU

DOMAINE DE CUNRAU

PAR

Pierre de MALLIARD

CHEF ADJOINT DU CABINET DU MINISTRE DE L'AGRICULTURE

GÉNÉRALITÉS.

Le domaine de Cunrau est situé au nord de la province de Saxe, dans la partie du district de Magdebourg appelée Altmark, à mi-chemin entre Œbisfelde et Salzwedel, près des sources de la Jeetze et de l'Ohre. La première de ces deux rivières surgit du sol dans l'un des champs du domaine, se dirige vers le nord, passe à Salzwedel où elle devient navigable, et se jette dans l'Elbe à Hitzacker. La seconde, l'Ohre, coule lentement presque en sens opposé dans la direction du sud-est avec une pente de 1/1 000 seulement ; à Cunrau, elle entre dans le Drömling, pays de tourbières, le traverse dans toute son étendue et rejoint l'Elbe près de Wolmirstedt, un peu au nord de Magdebourg. Enfin, 10 kilomètres plus au sud, l'Aller, affluent du Weser, coule parallèlement à l'Ohre, mais dans une direction diamétralement opposée. Cet enchevêtrement de cours d'eau, appartenant aux bassins de deux fleuves différents, est caractéristique des plaines de l'Allemagne du Nord où la configuration du terrain est insaisissable et la pente à peu près nulle. Comme points trigonométriques, les géographes ont dû choisir des buttes de sable dépassant de quelques mètres seulement le niveau de la plaine. Cunrau, qui se trouve au bord du Drömling, est à une altitude de 66 mètres.

A cause de cette faible altitude et de la proximité de la mer du Nord, la contrée qu'arrosent l'Aller, l'Ohre et la Jeetze jouit d'un climat moins rigoureux qu'on ne pourrait le supposer en voyant sur une carte qu'elle est située au-dessus du 52° degré de latitude.

Ainsi pour l'année 1889 le minimum a été de —19 et le maximum +27. Les moyennes de température des mois d'hiver sont évidemment peu élevées ; cependant, sauf celle de janvier, elles sont toutes au-dessus de zéro. Quant à la pluie, il en est tombé en 228 jours 552 millimètres.

Depuis le commencement du siècle, Cunrau a successivement appartenu à MM. d'Alvensleben-Isenschnibbe, de Kröcher, d'Iéna, au duc d'Aremberg. C'est à ce dernier que M. Hermann Rimpau l'acheta en 1847 à raison de 421 fr. l'hectare, y compris les bâtiments, le matériel agricole, le cheptel et les appareils d'une distillerie de pommes de terre qui fonctionnait déjà depuis 10 ans. La superficie du domaine étant de 1 603 hectares, le montant total du prix d'acquisition s'éleva au chiffre de 675 000 fr. Mais il faut dire, pour expliquer ce bon marché évident, que de ces 1 603 hectares, 425 seulement étaient labourés ; les pâturages couvraient une étendue de 725 hectares; 225 hectares venaient d'être reboisés en pin sylvestre ; tout le reste était en bruyères et en friches.

Dans ces conditions, l'exploitation de Cunrau n'arrivait pas à produire, au dire de M. Rimpau, un revenu annuel de 30 000 fr.; ce qui était effectivement un petit rapport eu égard à l'immense étendue de terrain. Mais le domaine était susceptible d'amélioration; il se composait partie de sables improductifs, partie de terrains tourbeux et marécageux. La mise en valeur des uns et des autres était le rêve du nouvel acquéreur; ce fut le but de sa laborieuse carrière, et l'on peut ajouter tout de suite qu'il eut, avant de mourir, la satisfaction de voir ses efforts couronnés de succès. Les sables habilement travaillés, amendés et fumés, fournirent de belles récoltes ; quant aux tourbières de Drömling, elles ont fait la réputation de l'habile agronome qui a su le premier les mettre à profit. Par la découverte de son procédé de *culture des terrains tourbeux en planches,* M. Rimpau n'a pas été utile au seul domaine de Cunrau sur lequel ce procédé a passé par tous les stades de son développement, depuis l'essai sur un champ d'expérience, jusqu'à l'application généralisé à une étendue de 390 hectares; il a de plus rendu un immense ser vice aux pays de tourbières, naguère si improductifs, si pauvres e pourtant si étendus dans l'Allemagne du Nord. Une grande parti

de ces pays est aujourd'hui transformée par l'application de son système en terres de haute fertilité, capables de porter des récoltes aussi abondantes que celles des sols les plus riches.

LE SOL.

Pour bien comprendre la portée des améliorations exécutées sur les terres du domaine de Cunrau, il faut connaître leur constitution géologique et leur composition chimique. La contrée qui nous occupe est composée de terrains quaternaires; son sol a été formé par des dépôts de sables et de graviers pendant les périodes diluvienne et alluvienne. A la première de ces formations se rattachent toutes les terres sablonneuses situées au nord de Cunrau ; à la seconde les tourbières du Drömling qui s'étendent vers le sud.

Les terres sablonneuses sont formées de diluvium ancien plus ou moins graveleux (*alte Diluvialsand*), recouvert d'une couche de diluvium glaciaire (diluvium scandinave) épaisse de 0^m,50 à 1 mètre. Sur quelques points seulement, principalement près de l'Ohre, on trouve dans le diluvium ancien des gisements de marne argileuse dosant 8 à 15 p. 100 de carbonate de chaux, qu'on utilise pour l'amendement des terres sablonneuses. La terre arable dérivée du diluvium glaciaire a une profondeur de 0^m,20; elle est aride et contient de gros cailloux roulés, voire même des blocs erratiques en granit de Norwège, qui ont été charriés jusque-là à l'époque glaciaire. Ces pierres ont été pour la plupart portées en dehors des champs; mais la charrue à vapeur en déterre encore chaque année.

D'après une analyse chimique citée par M. Rimpau (*Die Bewirtschaftung des Rittergutes Cunrau*), la terre arable d'un champ non amendé depuis 30 ans, passée au tamis de 2 millimètres, et traitée par l'acide chlorhydrique bouillant, a fourni les chiffres suivants :

	P. 1000
Argile	9.3
Oxyde de fer	6.6
Chaux	1.7
Magnésie	0.66
Potasse	0.35
Soude	0.08
Acide phosphorique	0.36
	19.05

La chaux, la potasse et l'acide phosphorique font presque totalement défaut. Quant à l'azote, l'auteur n'en parle pas, mais à voir la couleur claire et l'aspect de verre pilé de la terre, celle-ci doit contenir fort peu de cet élément fertilisant. En somme, les terrains sablonneux de Cunrau sont très pauvres.

Le Drömling est une grande tourbière de 33 000 hectares qui s'étend de Cunrau à Œbisfelde. La faible déclivité de cette plaine qui est à peine de 1/1 000 permet de comprendre comment les débordements de l'Aller et de l'Ohre, alors que leurs cours n'étaient pas encore canalisés, ont pu donner naissance à cet énorme gisement de tourbe dont la profondeur varie de 1 à 4 mètres, suivant que le sable sur lequel il repose atteint un niveau plus ou moins élevé. Ce sable est un dépôt alluvionnaire, datant de l'époque quaternaire. Il est très fin, siliceux et mélangé d'une certaine quantité de galets granitiques. Une analyse chimique donnée par M. Rimpau fournit les indications suivantes sur la composition de ce sable :

	P. 1000
Argile	0.50
Oxyde de fer	0.95
Chaux	0.47
Magnésie	0.30
Potasse	0.06
Soude	0.03
Acide sulfurique	0.08
Acide phosphorique	0.12
Acide silicique	0.13
Substance organique et eau de constitution	4.00
Résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique	288.46
Graviers et cailloux	704.90
	1000.00

Cette alluvion est très pauvre en éléments nutritifs des plantes. Et cependant elle s'est recouverte d'une végétation de tourbe que les Allemands appellent « tourbe de prairie » et aussi « tourbe calcifère », en raison de sa haute teneur en chaux. Les eaux de l'Ohre, provenant des formations sableuses de diluvium, n'ont pu évidemment apporter qu'un peu de marne, pas assez en tout cas pour expliquer la présence de grandes quantités de chaux dans les tourbes du Drömling. Il faut

donc admettre que ces tourbes sont en partie redevables de leur existence aux crues de l'Aller; ce cours d'eau venant de Magdebourg, d'un riche pays à muschelkalk, a charrié presque toute la chaux, les dépôts d'argile, de lehm, de calcaire et de gypse que renferme la tourbière. Sous l'action de cette eau fertilisante, les roseaux, les mousses, les algues dont on retrouve encore les détritus dans les parties inférieures de la tourbe de Cunrau, firent peu à peu place aux cypéracées puis aux graminées. La tourbière émergée de l'eau se recouvrit à une certaine époque d'une abondante végétation de pins sylvestres, de chênes, de bouleaux, d'aunes dont les troncs se retrouvent encore dans les couches supérieures en bon état de conservation. Finalement, à la suite d'un affaissement du sol ou d'une inondation prolongée, la forêt fut détruite et le Drömling revint à son état primitif, celui d'une prairie marécageuse. Il convient d'insister tout particulièrement sur ce fait de l'enherbement de la tourbe, parce que c'est le seul caractère absolument constant qui permette de diviser les tourbes en deux catégories : 1° tourbes de prairie, c'est-à-dire recouvertes d'une prairie (*Wiesenmoor* et *Grünlandsmoor*); 2° tourbes de lande, c'est-à-dire recouvertes de bruyère. Cette dernière variété a été nommée par les anciens auteurs *Hochmoor,* nom qui signifie littéralement « tourbière haute » et que justifie l'aspect de monticule émergeant de la plaine, caractéristique de ces formations tourbeuses. Composées presque en totalité de sphaignes, mousses très capillaires, elles ont aspiré à une hauteur parfois considérable les liquides nécessaires à la végétation pour se développer au-dessus du niveau de l'eau.

Les tourbes du Drömling appartiennent à la catégorie des tourbes de prairies formées sous l'eau stagnante d'un marais, par la décomposition des plantes. A part le bois qui, en raison de sa constitution anatomique, a pu résister plus longtemps à la décomposition, la tourbe de Cunrau contient très peu de débris intacts. Ceci est d'une importance considérable pour son utilisation agricole, puisque les substances fertilisantes contenues dans les tissus des plantes sont d'autant plus assimilables que leur état de désagrégation est plus avancé. L'analyse chimique y décèle la présence de quantités d'azote considérables, jusqu'à 32 p. 1000.

Voici d'ailleurs les chiffres fournis par une analyse de M. le professeur Fleischer, curateur de la Station agronomique de Brême : la tourbe de Cunrau est composée de 75 p. 100 d'eau et de 25 p. 100 de matière solide. La composition chimique de 100 parties de cette matière séchée à l'étuve à 100 degrés est la suivante :

		P. 100.
Matières organiques		82.56
Azote	3.23	
Matières minérales :		
Matières insolubles et acide silicique	6.08	17.44
Potasse	0.05	
Soude	0.09	
Chaux	5.96	
Magnésie	0.19	
Oxyde de fer et argile	3.31	
Acide phosphorique	0.25	
Acide sulfurique	1.51	
		100.00

La teneur de 2.5 p. 1000 en acide phosphorique serait considérée comme suffisante dans tout autre sol ; mais au cas particulier, inscrite en regard de 32 p. 1000 d'azote et de 59 p. 1000 de chaux, elle est relativement faible. Celle de 0.5 p. 1000 de potasse serait dans tous les cas l'indice d'une terre insuffisamment pourvue de cet élément. Aussi, les engrais potassiques et phosphatés appliqués sur les cultures se sont-ils toujours montrés très efficaces, tandis que l'azote dont la tourbe en question se trouve largement pourvue, qui nitrifie abondamment en présence de la chaux, est d'un emploi plutôt nuisible qu'utile.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DE LA TOURBE DE PRAIRIE.

Cette tourbe si riche en azote possède par contre des propriétés physiques qui rendent son utilisation à l'état naturel tout à fait impossible. En première ligne il faut citer la présence de *l'eau stagnante*. A cause du *pouvoir d'imbibition* considérable de la tourbe, qui lui permet d'absorber et de retenir 4 et 5 fois son poids d'eau, elle en est toujours gorgée tant qu'elle en trouve à sa portée. Cet

état hygroscopique entraîne comme conséquences : 1° une *consistance insuffisante* des terrains tourbeux qui les rend toujours inabordables pour les voitures lourdement chargées, souvent dangereux pour les animaux, quelquefois même pour les gens ; 2° une *aération insuffisante* du sol, qui a pour effet la formation de substances nuisibles à la végétation, telles que sulfure de fer, acide sulfureux, hydrogène carboné, acide humique ; 3° une *évaporation* intense, en moyenne 5 et 6 fois plus considérable que celle des sols sableux ; d'où il résulte que les terrains tourbeux sont froids et que les tissus des plantes gonflées par l'eau se déchirent facilement sous l'action de la gelée.

Une autre propriété qui, par les écarts de température qu'elle occasionne, cause la perte de beaucoup de plantes, c'est la *couleur noire* de la tourbe, grâce à laquelle la chaleur solaire, facilement absorbée pendant le jour, est ensuite rayonnée la nuit, lorsque le ciel est clair.

La faible *teneur en éléments minéraux* fait que le pouvoir absorbant pour les substances fertilisantes est très restreint. Pour la même raison, les plantes manquent d'un substratum solide en hiver, tandis qu'en été, à l'époque des sécheresses, la surface du sol se transforme en une poussière noire et légère qu'emporte le moindre coup de vent, et les racines des plantes restent à nu. A la même époque se présente le danger d'incendie : l'inadvertance d'un ouvrier ou même d'un passant peut alors causer la perte de la maigre récolte et la destruction du sol lui-même.

Toutes ces propriétés physiques sont autant d'ennemis qu'il faut vaincre pour arriver à tirer parti des réserves d'humus et d'azote que la tourbière renferme dans son sein et pour utiliser au profit de la culture le haut *pouvoir capillaire* de la tourbe.

ANCIENS PROCÉDÉS DE CULTURE.

Ce n'est pas d'aujourd'hui que datent les premiers essais de mise en culture des terrains tourbeux ; mais les agriculteurs croyant que la tourbe se comporte comme la terre, et qu'elle peut subir les mêmes traitements, ont été conduits, par suite de cette erreur, à

l'emploi de deux procédés extrêmement défectueux, le *rayolage* (*Rajolkultur*) et l'*écobuage* (*Brennkultur*).

L'écobuage qui fut usité à Cunrau consistait en un labour superficiel destiné à soulever et émietter la tourbe sur quelques centimètres de profondeur ; le soleil se chargeait de la dessécher ; finalement on y mettait le feu. Une fois réduite en cendres, elle offrait aux plantes sous un petit volume et sous une forme souvent même plus assimilable, la quintessence de ses éléments minéraux. La première récolte qui suivait ce traitement était toujours abondante : pour le colza elle s'élevait à plus de 2000 kilogr. à l'hectare ; l'avoine, la fléole des prés, y venaient aussi à merveille. Mais les rendements allaient vite en décroissant et finissaient par cesser complètement. Non seulement la tourbe écobuée ne porte bientôt plus de récolte ; mais elle devient même incapable de faire pousser un brin d'herbe. Ce procédé a été qualifié par les auteurs allemands du nom de « brigandage » ; on ne saurait en effet donner d'autre nom à l'acte de gaspiller follement et en pure perte, l'azote et l'humus accumulés dans le sol.

Le premier pas dans la voie du progrès fut l'introduction à Cunrau du rayolage. Trois charrues se suivaient creusant dans le même sillon ; la première ouvrait le gazon ; la seconde, attelée de 4 bœufs, labourait la tourbe jusqu'au niveau du sable ; 8 bœufs traînaient la troisième charrue dont l'énorme versoir ramenait le sable du soussol jusque par-dessus la tourbe. De ce défoncement résultait un mélange de sable et de tourbe, jouissant des propriétés physiques bonnes et mauvaises des deux éléments constituants, capable de se comporter beaucoup mieux vis-à-vis des plantes que la tourbe pure et leur offrant en tout cas une assise plus ferme.

DÉCOUVERTE DU PROCÉDÉ DE M. RIMPAU.

Ce rayolage ne donna pas satisfaction complète aux désirs de M. Rimpau : le nombre des plantes cultivables dans ces conditions était trop restreint et ces plantes subissaient encore les fâcheuses influences du froid et de l'humidité. Il poursuivit ses essais et trouva un jour par hasard, grâce au merveilleux sens d'observation dont

il était doué, son procédé de *culture des terrains tourbeux en planches*.

Voici en quels termes il décrit lui-même sa découverte : « Je fus amené, dit-il (*die Bewirtschaftung des Rittergutes Cunrau*), à essayer la culture en planches à la suite de l'observation suivante : les bords des fossés d'assainissement sur lesquels les matériaux de déblai avaient été rejetés, et qui par suite se trouvaient recouverts de sable sur une largeur de 8 mètres et sur une épaisseur de 0m,10, fournirent sans engrais une récolte de 3600 kilogr. d'avoine par hectare. Pour toutes les autres plantes, les résultats furent également bien préférables sur les bords des fossés que dans l'intérieur même des champs. Je m'aperçus aussi que plusieurs cultivateurs situés dans les parties basses du Drömling faisaient déjà depuis longtemps une espèce de culture en planches très primitive, dont le but était principalement d'exhausser leurs champs noyés dans l'eau ; ils n'observaient aucune règle précise : sable, tourbe, terre gisaient pêle-mêle. Sur ces planches on cultivait quelques betteraves fourragères, mais surtout, on les engazonnait pour y récolter des fourrages d'ailleurs très peu productifs. Enfin, j'eus connaissance d'un procédé de culture usité en Hollande, depuis près de 200 ans, qui consiste à épandre une couche de terre de 0m,10 sur le sol soigneusement nivelé après l'extraction de la tourbe combustible. Un labour à 0m,20 mélange ensuite intimement la terre et le sable ; on applique sur le champ ainsi préparé une forte fumure de gadoues de ville et les récoltes y viennent à merveille. Le procédé que j'imaginai alors, je l'ai mis à exécution dans toute sa simplicité primitive, et sans interruption depuis le 1er décembre 1862 ; de sorte qu'aujourd'hui (1887) presque tous mes terrains tourbeux, soit 331 hectares, non compris les chemins et les canaux, sont disposés en planches. Cette amélioration a énormément accru le revenu net de ces terres. »

En deux mots voici le procédé : on draine la tourbe à l'aide de fossés à ciel ouvert et on la recouvre d'une couche de sable de 0m,10. Le but du drainage est d'abaisser le niveau de la nappe d'eau souterraine à 1 mètre au-dessous de la surface du sol, cette distance étant en général considérée comme suffisante pour permettre le libre développement du système radiculaire des plantes et, pour

assurer dans les couches superficielles l'accès de l'air nécessaire à leur assainissement. Quant à la couverture de sable, elle a pour mission de tasser la tourbe, de diminuer l'évaporation, et de changer la couleur du sol; elle doit aussi servir de germoir et fournir aux racines des points d'attache solides.

TRACÉ DU DRAINAGE D'ASSAINISSEMENT.

Pour mener à bonne fin ses travaux d'amélioration, M. Rimpau n'a eu recours à aucun ingénieur. En praticien éclairé et instruit qu'il était, il a su se tirer d'affaire tout seul. Après quelques tâtonnements de début, il réussit à fixer pratiquement les dimensions des fossés et leur écartement, c'est-à-dire la largeur des planches. Plusieurs des chiffres trouvés par lui n'ont évidemment de valeur que pour le seul domaine du Cunrau; ils n'en sont pas moins tous de précieuses données pouvant servir de point de départ à l'étude préparatoire de travaux analogues. Nous les citerons à ce titre :

		MÈTRES.
Fossés	Ouverture	5
	Plafond	3
	Profondeur	1,50
Planches	Largeur	26
	Longueur	Indéfinie (200 à 1200)

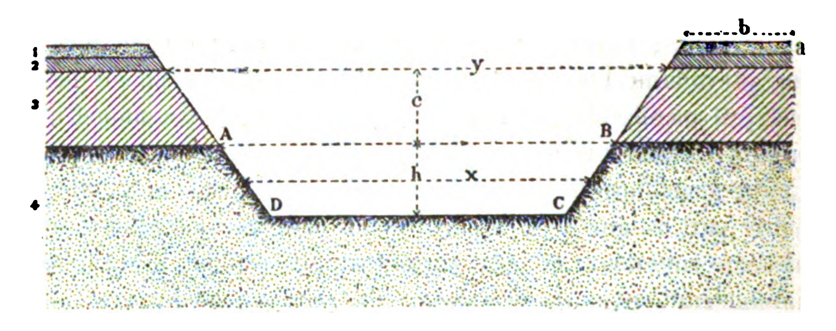
La largeur de 26 mètres donnée aux planches est seule passée dans la pratique courante en Allemagne; elle a reçu la sanction de l'expérience, car dans ces conditions l'assainissement et l'aération se sont toujours montrés suffisants; tandis que si l'on donne à la planche une largeur de 30 mètres, on aperçoit déjà sur la ligne médiane des traces d'humidité. La dimension précitée offre en outre un avantage, secondaire à la vérité, mais dont l'importance pratique n'est pas à dédaigner, c'est une extrême simplicité pour le mesurage des parcelles, mesurage qui revient à chaque instant pour l'épandage des engrais, les semailles, l'estimation du travail des tâcherons, etc. Les planches ayant 26 mètres de large, si on laisse sur les bords une banquette de $0^m,50$ non cultivée, chaque parcelle ou

plutôt chaque planche aura une largeur de 25 mètres, et par suite 20 mètres de planche correspondront à 5 ares, 100 mètres à 25 ares, 400 mètres à 1 hectare. C'est une commodité qu'il est utile de se ménager.

Quant aux dimensions des fossés, elles varient suivant les cas, et doivent être calculées mathématiquement. Exceptons cependant la longueur, puisque, contrairement à ce qui se produit pour l'emploi des drains, les fossés à ciel ouvert ont toujours un débit supérieur au volume d'eau qu'il doivent écouler. La profondeur des fossés est calculée en fonction de la pente et du niveau auquel il convient d'abaisser la nappe d'eau souterraine. Avec ce genre de drainage à ciel ouvert, il suffit de se ménager une pente de 1/1 000. D'autre part, comme il est évident qu'un fossé pourra extraire au plus l'eau supérieure au plan passant par son plafond, il faut que la profondeur soit au moins égale à celle de la couche de terre nécessaire à l'existence de la plante, c'est-à-dire, au cas particulier, 1 mètre au minimum. Pour cette raison, il est de règle de prendre toute la profondeur possible, d'autant plus qu'on n'a pas à craindre de dessécher le terrain à l'excès tant que l'eau affleurera au niveau inférieur de la tourbe, car sa puissante force capillaire lui permettra toujours dans ce cas d'élever à portée des racines l'eau nécessaire à la végétation. Si, au contraire, la couche de tourbe avait une épaisseur moindre que 1 mètre, il y aurait lieu d'établir un système de vannes à l'aide desquelles on puisse retenir une partie des eaux et assurer une irrigation suffisante aux époques de sécheresse. Rien n'est dangereux pour les cultures comme le desséchement excessif de la tourbe; l'eau vient-elle à manquer, les plantes sont infailliblement échaudées.

Reste à déterminer la largeur des fossés. La question de savoir si les matériaux nécessaires à la construction des planches seront ou non pris dans le sous-sol, exerce sur cette dimension une influence encore plus grande que la quantité d'eau à écouler. La profondeur étant limitée par la différence de niveau entre le terrain à drainer et le récipient, c'est uniquement par l'augmentation de largeur du fossé qu'on peut se procurer les matériaux nécessaires. Le problème qui se pose alors est le suivant : *Connaissant d'une part l'épaisseur* (a)

de la couche de sable à répandre et la largeur (b) *de cette couche par mètre courant de planche; connaissant d'autre part la profondeur à laquelle on veut creuser* (c + h) *ainsi que l'épaisseur de la couche de tourbe* (c) *et par suite la hauteur* (h) *du trapèze ABCD correspondant à la partie du profil qui doit être creusée dans le sable, calculer la demi-somme des bases de ce trapèze* (x).



LÉGENDE :

1 Couverture de sable extrait des fossés d'assainissement.
2 Tourbe rapportée extraite des fossés d'assainissement.
3 Banc de tourbe.
4 Sable alluvionnaire.

Nous pouvons poser :

$$xh = ab$$

d'où :

$$x = \frac{ab}{h}.$$

La valeur de (x) étant déterminée, on calcule (y) l'ouverture du fossé, en fonction de cette quantité.

Pour une pente de 1/1 on aura :

$$y = x + 2c + h$$

$$y = \frac{ab}{h} + 2c + h.$$

Pour une pente de 1/2 :

$$y = \frac{ab}{h} + c + 1/2h.$$

Pour une pente de 1/4 :

$$y=\frac{ab}{h}+1/2c+1/4h.$$

Dans l'intérêt de la solidité de l'ouvrage, les pentes les plus douces se recommandent; mais naturellement les frais augmentent proportionnellement au cube de terre à remuer.

Armé de toutes ces données, M. Rimpau exécuta directement sur le terrain le tracé complet de son système de desséchement. Les courbes de niveau furent tracées, et la perpendiculaire menée à leur direction moyenne servit, comme dans le drainage ordinaire, à déterminer le sens de la plus grande pente, suivant lequel doivent être dirigées les tranchées. Il admit cependant une exception à cette règle : le Drömling étant entouré de sables arides, il craignit de trop dessécher les tourbes de lisière peu profondes, et traça en conséquence, dans cet endroit, les fossés parallèlement aux courbes de niveau. Dans ce dernier cas, les fossés collecteurs sont forcément perpendiculaires au thalweg, tandis que dans le premier ils doivent le suivre. D'ailleurs les thalwegs, de même que les lignes de faîte, sont à peu près insignifiants dans le Drömling, pays plat légèrement incliné vers l'Elbe, à la pente de 1/1 000, comme nous avons déjà eu occasion de le dire. Le collecteur général trouva une issue toute naturelle dans un grand canal de desséchement, déjà anciennement creusé par l'administration des travaux publics. De sorte que M. Rimpau ne rencontra aucune difficulté insurmontable dans l'exécution de son projet.

EXÉCUTION DES TRAVAUX.

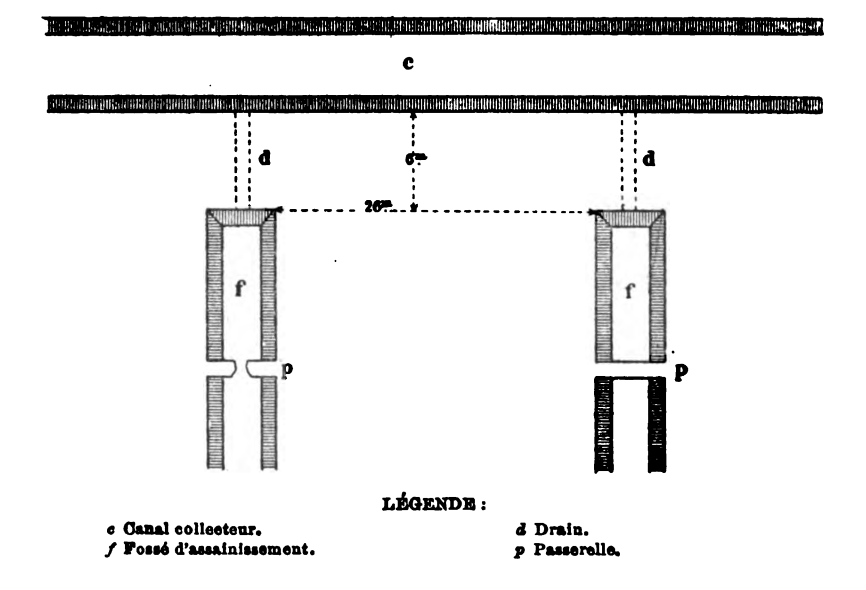
Dans l'intérêt des agriculteurs français qui établiront des cultures en planches, nous croyons utile d'exposer par le menu le mode d'exécution des travaux de terrassement qui a reçu la sanction de l'expérience.

Le creusement des fossés débute par le découpage du gazon et l'extraction de la tourbe. Ces matériaux sont jetés sur l'emplacement que doit occuper la planche, et soigneusement épandus. Ils ne

servent pas seulement au nivellement de la planche, mais encore à son exhaussement, à la destruction de la végétation qui la recouvre et à la nourriture des premières cultures. Enfouies sous cette tourbe humide, les mauvaises herbes ne tardent pas à périr et à disparaître, tandis que la tourbe fraîchement apportée fait corps avec l'ancienne, de manière que l'eau peut monter ou descendre suivant que la couche supérieure du sol manque d'humidité ou en contient un excès. Si l'on épandait le sable directement sur la surface naturelle de la tourbière, il serait réparti sur une épaisseur très irrégulière, et dans toutes les places où l'exiguïté de la couche le permettrait les mauvaises herbes ne tarderaient pas à percer et à envahir les cultures. En outre, le vieux gazon opposerait un obstacle sérieux à la pénétration des racines dans la tourbe et à l'ascension de l'eau par capillarité dans la couche de sable. Lorsque le gisement est très épais, et que l'on extrait du fossé uniquement de la tourbe, une partie de cette substance peut être employée comme combustible ou comme litière. Dans tous les cas, il faut avoir bien soin d'en conserver la quantité nécessaire pour couvrir le gazon, pour le « noircir » comme disent les Allemands.

Après avoir employé de cette manière la tourbe contenue dans la partie supérieure du fossé, on extrait à son tour le sable du sous-sol. Il doit être répandu sur une épaisseur de 0m,10 ; de sorte que pour 10 mètres carrés, 1 mètre cube de sable est nécessaire. Il faut observer ici que le contenu du fossé est réparti à peu près également entre les deux planches qu'il sépare, et fournit les matériaux nécessaires à la construction de chacune d'elles jusqu'à la ligne médiane. Un espace de 0m,50 est laissé libre de chaque côté du fossé, car on ne pourrait pas cultiver jusqu'au bord. Plus tard, sur cet espace libre, avec de la tourbe on fera une banquette pour maintenir les matériaux employés en couverture. Cette précaution n'est cependant plus observée à Cunrau, et on laisse construire d'une façon analogue les banquettes et le reste des planches, quitte à ne pas faire labourer les deux bordures de 0m,50. D'après ce qui précède, chaque mètre courant de fossé doit fournir le sable nécessaire à recouvrir 26 mètres carrés d'une couche de 0m,10, soit 2.60 mètres cubes.

Tout travail entrepris doit être terminé le jour même, lorsqu'il s'agit du creusement des fossés, sans quoi l'eau l'envahit au point de gêner beaucoup les travailleurs et de les forcer même à suspendre le travail si c'est en hiver. Aussi, les ouvriers sont-ils groupés par équipe de 4 hommes. On mesure d'avance leur tâche à raison de 15 à 18 mètres cubes de sable ou de tourbe par journée de travail. Un ouvrier jette les matériaux à droite du fossé, l'autre à gauche; ils sont aussitôt épandus sur les 7 premiers mètres en deux jets de pelle. On les transporte à la brouette sur les 6 mètres les plus éloignés. C'est seulement lorsque la tourbe est parfaitement nivelée qu'on commence à la recouvrir de sable. Cette dernière opération



LÉGENDE :

c Canal collecteur. d Drain.
f Fossé d'assainissement. p Passerelle.

exige les plus grandes précautions de la part des travailleurs; il est d'une importance absolument capitale que la couche de sable soit partout d'une épaisseur uniforme de $0^{m},10$, sans quoi dès le premier labour la tourbe et le sable se trouveraient mélangés, au grand détriment de la prospérité des cultures.

Le lendemain, lorsque les ouvriers reviennent, la section du canal qu'ils ont creusée la veille est remplie d'eau. Il faut bien se garder de leur assigner comme tâche du jour la portion immédiatement con-

tiguë, car l'eau les suivrait et les incommoderait toute la journée. On recommence le creusage 1 ou 2 mètres plus loin, laissant ainsi derrière les ouvriers un petit isthme qui les protège contre l'eau de la première section du fossé et par-dessus lequel on jette à la pelle ou à l'aide d'une vis d'Archimède l'eau qui arrive par infiltration. Le fossé terminé, ces isthmes sont rompus; mais lorsque la quantité d'eau à écouler n'est pas trop considérable, il est commode de les laisser subsister, en manière de passerelles, pour faciliter le passage d'une planche à l'autre. L'eau filtre en effet facilement au travers de la tourbe et l'assainissement du terrain est suffisamment assuré.

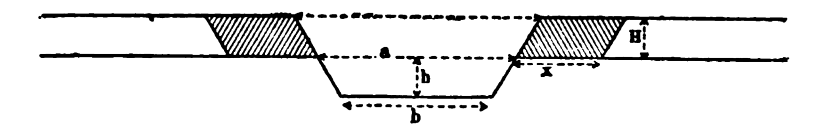
On peut aussi pratiquer simplement une brèche au milieu de chaque isthme de façon que l'eau s'écoule librement et que les piétons puissent encore passer sans difficulté d'une planche à l'autre.

Il faut également songer à faciliter l'accès des planches aux attelages et aux voitures. Dans ce but, un chemin de 6 à 12 mètres de large est laissé de chaque côté du collecteur. Tous les fossés se terminent sur l'alignement de ce chemin; des drains ou des aqueducs les prolongent jusqu'à leur embouchure. Ce raccord n'est même, paraît-il, pas indispensable, l'eau filtrant facilement au travers du sable et de la tourbe jusqu'au canal collecteur.

Du reste, ce chemin peut être mis en culture à condition toutefois de lui donner des façons aratoires un peu plus minutieuses qu'aux planches. A la suite du roulage qu'il subit pendant tout l'automne, le sable est tassé dans la tourbe et forme une croûte imperméable, qui, si l'on n'y prend garde, gêne beaucoup la croissance des plantes qu'on y sème au printemps suivant. Ainsi, des betteraves semées dans ces conditions restent petites, et, à l'arrachage, on trouve l'extrémité de leur racine contournée en tire-bouchon, preuve évidente de la difficulté qu'elles éprouvent à pénétrer plus avant. Le remède est trop simple pour ne pas l'appliquer : il faut armer la charrue d'une sous-soleuse qui ameublit la tourbe sans la ramener à la surface. Moyennant cette précaution, le chemin sera tout aussi bien utilisable pour la culture que le reste des planches.

La surface de terrain perdue par le creusement des fossés s'élève à 15 p. 100 de la superficie totale. C'est dire qu'on doit chercher par tous les moyens possibles à la réduire, et que le drainage devrait

trouver ici une application utile. Malheureusement ce système d'assainissement n'est pas pratique au cas particulier, car il faut tenir compte de ce fait que le terrain tourbeux retenant l'eau avec beaucoup plus d'énergie que les autres, un espacement des drains, bien moins considérable que dans tout autre sol, serait indispensable. Et puis, la pente nécessaire à l'écoulement de l'eau dans les drains manque souvent dans les tourbières. Les engorgements produits par la pénétration des racines où les dépôts de fer sont fréquents ainsi que la rupture des lignes de drains par suite du tassement irrégulier de la tourbe drainée. On peut cependant remédier à ce dernier inconvénient en faisant reposer les drains sur un lattage.



Le drainage ne permet pas non plus l'accès de l'air, si important pour l'assainissement des tourbes mises en culture. Quoi qu'on fasse, le résultat immédiat demeure toujours incertain ; et comme le changement des drains obstrués s'imposera fatalement un jour ou l'autre, ce procédé expose ceux qui l'emploient à causer dans la suite un préjudice énorme à l'entreprise par le mélange du sable et de la tourbe. Donc le drainage ne saurait être utilement employé que là où la tourbe est assez peu épaisse pour permettre de procéder à une installation régulière et normale en posant tous les drains dans le sous-sol minéral.

Il n'y a donc guère d'autre moyen d'assainir ces terrains tourbeux que d'exécuter ces énormes travaux de terrassement, pour lesquels on n'a même pas la possibilité d'employer des machines, car le sol n'étant encore ni raffermi, ni protégé par une couche de sable, tout véhicule pesant s'y enfoncerait. D'ailleurs ces travaux reviennent relativement bon marché, lorsqu'on a la chance de trouver sur place tous les matériaux nécessaires à la construction de la planche, c'est-à-dire de la tourbe et du sable en proportions convenables. Mais il peut se faire que ce sable soit inutilisable, par exemple parce qu'il contient des pyrites, ou que le gisement de

tourbe soit trop profond pour permettre de l'atteindre. Dans le premier cas, le creusement des fossés d'assainissement oblige malgré tout à extraire une certaine quantité de sables pyriteux qu'on peut faire conduire en dehors de la tourbière pour s'en débarrasser. On a proposé aussi de donner plus de largeur aux fossés, afin de pouvoir les faire jeter sur les bords, à l'emplacement des banquettes, où ils seront inoffensifs aux cultures. La largeur dont il faut dans ce cas augmenter le fossé est facile à trouver par la formule suivante :

$$Hx = \frac{(a+b)h}{4}$$

$$x = \frac{(a+b)h}{4H}.$$

Il est encore plus simple, si l'on n'est pas très pressé d'achever la construction de la planche, d'extraire la tourbe et de l'épandre, de tracer ensuite dans le sable une saignée juste assez profonde pour assurer l'écoulement des eaux ainsi que l'aération et d'attendre, pour opérer l'ensablement, que toutes les pyrites se soient décomposées et débarrassées de leur acide sulfurique. Comment se produit cette réaction chimique? L'explication en a été donnée par M. Schribaux, professeur à l'Institut national agronomique, dans un article où il signalait le premier, à l'attention du public agricole, ce nouveau mode de culture des sols tourbeux (*Journal d'agriculture pratique,* numéro du 8 janvier 1885). Les pyrites de fer, dit-il en résumé, donnent naissance, au contact de l'air, à du sulfate de fer (couperose verte) et à de l'acide sulfurique libre. Le sable contient parfois des quantités si considérables de ce dernier corps, que sa réaction est nettement acide; cependant le lavage du sol par les eaux de pluie suffit pour faire disparaître toute trace d'acide sulfurique. Pendant le temps nécessaire à l'accomplissement de cette réaction, la planche peut être utilisée pour la culture du sarrasin ou de l'avoine.

Un dernier procédé plus dispendieux consiste à neutraliser l'acide sulfurique à l'aide de la chaux appliquée à haute dose.

Lorsque le sous-sol ne contient que des matériaux inutilisables, ou bien lorsqu'on ne peut l'atteindre à cause de l'épaisseur du gisement de tourbe, on est forcé d'amener souvent de très loin le sable

ou la terre dont on a besoin pour la couverture. Or, faire passer des voitures lourdement chargées sur un terrain mal raffermi est une chose tout à fait impraticable : la tourbe fraîchement extraite des fossés est si molle et rend ce mode de transport tellement pénible, qu'on est obligé, pour l'utiliser, d'attendre le fort de l'hiver; et même alors le sol tourbeux, disloqué par les aiguilles de glace, s'effondre souvent sur le passage des roues. A cette époque, la terre est également gelée, ce qui occasionne un surcroît de dépense pour le piochage, le chargement et l'épandage. Il est donc très rare de trouver réunies toutes les conditions nécessaires à l'exécution du transport par roulage, lequel, d'ailleurs, pour un trajet de 500 mètres et une superficie de 13 hectares à ensabler, revient toujours plus cher que le transport à l'aide d'un chemin de fer à voie étroite.

En effet, un vigoureux attelage traîne péniblement une voiture chargée à 2500 kilogr. lorsque la route est bonne, tandis que les mêmes chevaux, attelés à un train, conduisent sur rails 17500 kilogr. de matériaux, c'est-à-dire 7 fois plus. Si l'on admet que pendant une journée de 10 heures, il est possible d'exécuter 20 voyages à 500 mètres, la quantité de terre transportée sera, dans le premier cas, de 50 000 kilogr., et dans le second, de 350 000 kilogr. Or, pour répandre sur un hectare une couche uniforme de sable ou de terre épaisse de $0^{m},10$, il faudra 1 000 mètres cubes pesant ensemble 1 400 000 kilogr. L'exécution de ce transport par roulage exigera donc 28 journées d'attelage ; sur rails, 4 journées suffiront. La journée d'un attelage étant comptée à 9 fr., y compris la nourriture des animaux, l'amortissement du prix d'achat et les salaires du charretier, l'économie réalisée de ce chef sera par hectare de $24 \times 9 = 216$ fr. Mais les 500 mètres de rails coûtent 2000 fr., et les wagonnets 180 fr. pièce, soit pour un train de 4 wagonnets 720 fr. Enfin, la pose des rails coûte environ 50 fr. ; cela fait au total : $2000 + 720 + 50 = 2770$ fr. Si nous divisons 2 770 par 216, chiffre des économies réalisées par hectare avec le transport par chemin de fer à voie étroite, nous trouvons :

$$2\,770 : 216 = 12{,}8.$$

Ce qui signifie que, si nous avons $12^{hect},8$, soit en chiffre rond

13 hectares de terrain à ensabler, les frais des deux modes de transport se balanceront sensiblement, et qu'en employant la voie ferrée nous aurons comme bénéfice un matériel de transport tout amorti, qui sera un précieux auxiliaire dans l'exploitation pour le transport des engrais, le débordage des pommes de terre et des betteraves.

Dans le but de faciliter la traction, on fixe sur le wagonnet tête de train une grande volée de 4 mètres, à laquelle les chevaux sont attelés non pas côte à côte, mais chacun à une extrémité de façon à pouvoir marcher tous deux en dehors de la voie; on évite ainsi les détériorations et aussi les accidents que pourraient causer la présence de traverses saillantes.

Ce qui vient d'être dit des transports laisse prévoir que leur emploi augmente notablement le prix de revient des planches. On a par suite tout intérêt à utiliser, toutes les fois qu'il est possible, les matériaux extraits du sous-sol, d'autant plus qu'ils offrent l'avantage de ne contenir aucune mauvaise graine. Les plantes adventices n'ont déjà que trop de propension à se développer sur le sol fertile des planches, où elles deviennent de dangereux ennemis pour les cultures, entravant la croissance de celle-ci et augmentant les frais de nettoiement. C'est dans la crainte de leurs méfaits que les agronomes conseillent de ne jamais employer la terre arable en couverture. Est-on obligé d'aller chercher au loin des matériaux, il convient d'écarter d'abord soigneusement la couche ayant servi de support à la végétation, celle qui contient des germes encore vivants, et de prendre, pour la répandre sur les planches, la terre extraite du sous-sol, la terre vierge, si l'on peut s'exprimer ainsi.

Une autre terre qu'il faut bien se garder d'employer en couverture, c'est celle qui est composée d'un sable noir et poussiéreux, contenant beaucoup de matières organiques, ce qu'on nomme en Allemagne sable tourbeux (*anmooriger Sand*). Ses propriétés physiques, trop voisines de celles de la tourbe, s'opposent à la prospérité des cultures; sous l'action des chaleurs estivales, il perd facilement son humidité et se transforme en une poussière noire sans valeur pour préserver la tourbe d'un desséchement excessif, susceptible de se tasser sous l'action de la pluie, au point de devenir imperméable. La gelée exerce sur lui son plein effet, et après l'hi-

ver, il reste mouvant et spongieux, tandis que le rôle de la couverture de sable est de comprimer et de remettre en place la tourbe soulevée par la gelée.

Les calcaires purs et les marnes employés en couverture ne donnent pas des résultats complètement satisfaisants, bien que la présence de la chaux favorise la végétation et que cet élément neutralise les acides nuisibles à la santé des plantes. Leur emploi doit être limité au cas spécial où il est nécessaire d'exercer une action chimique sur un sable pyriteux ; encore est-il préférable d'employer dans ce but la chaux éteinte, qui se répand facilement et se mélange bien au sable.

L'argile et la terre argilo-siliceuse peuvent aussi être utilisées sans inconvénients. Reposant sur une tourbe perméable et bien assainie, elles se trouvent préservées encore plus sûrement que par le drainage contre l'influence fâcheuse de l'humidité et s'ameublissent assez rapidement sous l'action alternative du gel et du dégel, de la pluie et de la sécheresse.

Mais la meilleure couverture qu'on puisse employer, c'est encore le sable. C'est pour cela que M. Schribaux a donné à cette culture le nom de « culture par ensablement ». Une couche de sable bien blanc diminue notablement l'évaporation de la tourbe, et supprime par suite les écarts excessifs de température qu'on y relève. Des observations faites avec soin à Cunrau, par M. Rimpau, à l'aide de deux thermomètres à maxima et de deux thermomètres à minima, placés deux à deux à 1 mètre de distance sur la tourbe pure et sur une planche ensablée, ont montré qu'en mai, par exemple, pendant la nuit, les thermomètres à minima marquent une différence de 2 degrés en faveur de la tourbe ensablée, tandis que les thermomètres à maxima accusent un écart de 8 degrés pendant le jour entre ces deux mêmes points. Le sable est, en outre, peu sensible à l'action des agents atmosphériques, tels que pluie, gelée, vent; il ne forme pas de croûte à sa surface, et reste facile à travailler en toute saison. De toutes les matières terreuses c'est la plus lourde et, par suite, celle qui peut le mieux remettre en place la tourbe soulevée par la gelée. Toutefois, le sable léger et fin est trop facilement emporté par le vent, lorsque la végétation ne le recouvre pas ou

qu'il n'est pas humide; il présente aussi l'inconvénient de glisser dans les pores des terrains tourbeux, où il n'exerce plus aucune action utile; battu par la pluie, il se tasse et favorise moins que le gravier l'accès de l'air dans le sol. Pour toutes ces raisons, et malgré son faible pouvoir absorbant pour les substances fertilisantes, qu'il ne peut retenir longtemps, le sable à gros grains est préféré à tous les autres matériaux, non seulement lorsqu'on le trouve dans le sous-sol, mais encore lorsqu'il faut l'aller chercher au loin.

Quelle que soit d'ailleurs la matière qu'on emploie, il faut avoir présent à l'esprit qu'un terrain tourbeux convenablement amélioré prend rang parmi les terres les plus riches et rembourse toujours largement les dépenses faites pour lui, et qu'un travail mal fait peut, au contraire, compromettre à tout jamais le succès de l'entreprise.

PRIX DE REVIENT DES PLANCHES.

Les frais d'établissement de la culture par ensablement varient beaucoup avec les difficultés qu'on éprouve pour assainir le terrain et se procurer les matériaux de couverture. Si l'on a la bonne fortune de trouver dans le sous-sol une terre ou un sable de bonne qualité, les frais sont relativement minimes; ainsi le creusage des fossés n'a coûté à M. Rimpau que 0 fr. 19 c. par mètre cube, y compris le pelletage, l'épandage et le nivellement sur une largeur de 13 mètres de chaque côté. Les ouvriers y trouvaient cependant leur compte, gagnant un salaire journalier de 2 fr. 85 c. à 3 fr. 42 c. pour 15 à 18 mètres cubes de terre remuée. Étant données les dimensions adoptées à Cunrau pour les fossés, — 5 mètres d'ouverture, 3 mètres de plafond et 1m,50 de profondeur, — le prix de revient du mètre courant de planche ensablée large de 25 mètres, ou 26 mètres avec les deux banquettes, sera le suivant :

$$\frac{3+5}{2} \times 1,50 \times 0,19 = 1^{f},14$$

ou, pour une longueur de 400 mètres, correspondant à un hectare : 456 fr.

Mais il convient d'ajouter qu'on n'opère pas toujours dans des conditions aussi favorables. Il arrive que le sous-sol ne puisse être

atteint à cause de l'épaisseur du gisement de tourbe et qu'il faille, comme nous l'avons déjà indiqué plus haut, aller chercher le sable au loin à l'aide d'un chemin de fer à voie étroite traîné par de chevaux. L'eau jaillissant de toutes parts, gêne parfois les travailleurs au point de nécessiter l'emploi de pompes. Le prix de revient s'élève alors à 500 et même 600 fr. à l'hectare. Hâtons-nous d'ajouter que ces prix sont des maxima. Il faut pourtant excepter les cas où l'on serait forcé, pour assurer l'assainissement d'un terrain situé en contre-bas du déversoir, de recourir à l'emploi d'une pompe à vapeur fonctionnant d'une façon permanente; alors on peut atteindre et même dépasser le prix de 1 000 fr. à l'hectare.

Malgré le coût élevé de ces améliorations, la culture par ensablement donne, en général, des résultats très satisfaisants. A Cunrau, où le prix de l'hectare de planche prêt à être mis en culture a varié de 450 à 500 fr., les rendements se sont accrus dans les proportions suivantes :

Rendement moyen par hectare en 1856.

	KILOGR.
Seigle d'automne	916,60
Seigle de printemps	671,60
Avoine	1 170,00
Pommes de terre	9 877,00
Betteraves fourragères	29 680,00

Rendement moyen par hectare en 1889.

	KILOGR.
Blé Noé de printemps	2 912
Seigle d'automne (*Bötensleben*)	2 800
Seigle de printemps	2 912
Orge d'hiver	2 164
Avoine (*Lüneburger Kleihafer*)	4 200
Colza géant	2 400
Pois Victoria	2 800
Betteraves à sucre Vilmorin	59 400

Il ressort de ces chiffres que la culture par ensablement est une amélioration avantageuse, qui paie en peu d'années les sommes importantes qu'on a dû dépenser pour son établissement.

MISE A PROFIT DES FOSSÉS.

Il convenait aussi de tirer parti des fossés et des banquettes qui les bordent, car ils représentent une fraction importante des terrains tourbeux mis en valeur, soit un sixième de leur superficie totale, c'est-à-dire 82 hectares pour le domaine de Cunrau. L'herbe s'y est jetée, formant ainsi une prairie naturelle dont la location rapporte, bon an mal an, malgré les difficultés de la récolte, la somme de 2 250 fr., ce qui n'a rien d'étonnant, si l'on tient compte de ce fait que Cunrau est situé dans un pays de sable et de tourbe, où les fourrages sont très rares. Le prix élevé que l'on retire de cette location a décidé le régisseur du domaine, M. Berger, à suspendre les plantations de saules entreprises par M. Rimpau. Dans d'autres conditions économiques, les saules seraient d'un meilleur rapport que l'herbe, eu égard à leurs gros rendements. En outre, l'enchevêtrement de leurs racines dans la tourbe contribue singulièrement à assurer la solidité des talus. Là où l'herbe seule a poussé, on peut voir les banquettes affaissées, formant en quelque sorte le prolongement de ces talus ; c'est une difficulté de plus pour l'exploitation. Enfin les têtes de saules, qui sont très rapprochées, jouent le rôle de garde-fous et préviennent bien des chutes d'animaux et même des accidents. Bref, on est en droit de soutenir que, d'une façon générale, la meilleure manière d'utiliser les bords des fossés, c'est de les planter en saules comme avait commencé à le faire M. Rimpau, qui s'était livré à des recherches très intéressantes sur la question de savoir quelles variétés de saules sont les plus productives sur les terrains tourbeux. Ses expériences ont abouti aux résultats suivants :

Les saules plantés sur une planche ensablée en ligne à 0m,50 d'intervalle et 0m,10 de distance d'un pied à l'autre fournissent, par hectare et par an, les quantités de récolte suivantes :

	PAR HECTARE.
	Kilogr.
1° *Salix viminalis*	16 200
— écorcé	5 400
2° *Salix amygdalina* (jaune)	15 300
— écorcé	5 100

	PAR HECTARE.
	Kilogr.
3° *Salix amygdalina* (gris)	21 600
— écorcé	7 200
4° *Salix triandrya latifolia*	17 000
— — écorcé	5 600
5° *Salix purpurea*	7 500
— écorcé	2 600
6° *Salix purpurea Lambertiana*	9 900
— — écorcé	3 400
7° *Salix purpurea helix*	11 000
— — écorcé	3 690
8° *Salix purpurea viminalis*	3 200
— — écorcé	1 100

On réussit presque tous les ans à vendre la récolte au prix de 2 fr. 60 c. les 100 kilogr. rendus sur wagon. Les frais de récolte et de chargement s'élevant ensemble à 1 fr. par quintal, il reste 1 fr. 60 c. de bénéfice net, ce qui fait déjà un joli denier, près de 300 fr. par hectare de banquette et de talus avec la variété de saule la plus productive. Cependant, il est juste d'ajouter qu'on éprouve quelquefois beaucoup de peine à se défaire de sa marchandise, la demande en produits de ce genre étant en général très restreinte.

C'est en avril, un peu avant la montée de la sève, qu'on procède à la plantation des saules. Les boutures doivent avoir $0^m,35$ de long; on les enfonce complètement dans le sol, de façon à ne laisser émerger qu'un seul œil. Elles sont plantées sur un seul rang, à $0^m,25$ de distance l'un de l'autre, à un pied au-dessus du niveau des plus hautes eaux, de préférence sur la ligne de jonction de la tourbe en du sable.

D'autres essais pour mettre les fossés en valeur ont eu lieu sans grand succès, il faut bien le dire : c'est ainsi qu'on a planté des poiriers, des pommiers, des pruniers, qui portent tout à fait exceptionnellement de pauvres récoltes et de mauvais fruits.

Il paraît que quelques fossés ont été empoissonnés avec de la carpe, de la tanche et de l'anguille. On y aurait aussi jeté des écrevisses. En tout cas, la pisciculture n'est pas dirigée à Cunrau d'une façon méthodique et suivie ; c'est grand dommage sur un domaine où le développement des fossés, ou plutôt des canaux, puisqu'ils ont 5 mètres d'ouverture, atteint le chiffre colossal de 200 kilomètres.

LES APHORISMES DE M. RIMPAU.

M. Rimpau a eu l'idée de résumer sous forme d'aphorismes les principaux avantages de la culture en planches. En voici la traduction :

« 1° L'assainissement et l'aération sont régularisés.

« 2° Les plantes n'ont pas à souffrir en mai et en juin des gelées tardives dues à l'évaporation, ce qui était le cas sur la tourbe pure ou mélangée au sable ; par suite, il devient possible de les semer au printemps de très bonne heure.

« 3° Lorsque la tourbe est de bonne qualité, la couverture de sable pur constitue pour les plantes le meilleur substratum imaginable et garantit pour toujours de gros profits.

« 4° Toutes les plantes presque sans exception, même celles qu'on sème en automne, sont d'une belle venue.

« 5° L'abaissement du niveau de l'eau à 1 mètre de profondeur, empêche les plantes de souffrir du froid et de l'humidité.

« 6° Lorsque l'humidité n'est pas trop considérable, les planches peuvent porter les plus lourdes charges, voire même des voitures chargées à 2 500 kilogr.

« 7° D'excellents fourrages croissent sur les planches, ce qui est d'une grande importance pour l'alimentation du gros bétail, en été, dans un pays sablonneux.

8° Pour l'obtention de gros rendements, l'emploi du fumier et de l'azote est inutile ; la potasse et l'acide phosphorique suffisent à toutes les plantes. Les frais de fumure sont, par suite, très réduits, car l'économie réalisée de ce chef, en admettant qu'une récolte moyenne consomme par hectare 40 kilogr. d'azote à 1 fr. 50 c. le kilogramme, s'élève à 60 fr.

« 9° Les frais de culture sont réduits au minimum, puisqu'un labour à $0^{m},10$ suffit à toutes les plantes.

« 10° Tous les engrais fournis par les fortes récoltes de la culture en planches trouvent leur emploi sur les terrains sablonneux et pauvres dont le produit brut et le produit net s'accroissent par suite dans des proportions considérables.

« 11° Lorsqu'on exploite exclusivement des terrains tourbeux, et qu'on a la possibilité de se défaire des pailles au marché voisin, le cheptel peut être très réduit. En ne conservant que les animaux de trait indispensables, le produit net des planches augmentera considérablement.

« 12° La couverture de sable constitue la meilleure protection possible contre les incendies, qui sont toujours à craindre avec la tourbe pendant les étés secs.

« 13° La mise à profit des fossés d'assainissement n'est pas à dédaigner ; les produits qu'ils fournissent sont, dans tous les cas, plus importants que ceux de tous les pâturages et prairies qui couvraient autrefois les terrains tourbeux avant leur mise en valeur. »

CULTURE SUR LA TOURBE ENSABLÉE.

En général, le creusement des fossés d'assainissement commence en décembre, lorsque les eaux sont basses. Cependant le froid n'est pas, au cas particulier, un auxiliaire utile, quoi qu'en disent plusieurs auteurs allemands ; si le terrain est un peu raffermi par la gelée, d'autre part, les mottes de tourbe congelées sont d'un épandage très difficile. On exécute les travaux de desséchement en hiver, tout simplement parce que la main-d'œuvre se paie moins cher en cette saison. Aussitôt ce travail terminé, on répand sur la neige une centaine de kilogrammes de potasse par hectare, c'est-à-dire 800 kilogr. de caïnite à 13 p. 100, et 60 kilogr. d'acide phosphorique, c'est-à-dire 300 kilogr. de scories de déphosphoration dosant 20 p. 100. Ces chiffres n'ont rien d'absolu ; ils ont été déterminés à l'usage et s'appliquent spécialement aux tourbes de Cunrau. La disproportion entre les quantités de potasse et d'acide phosphorique employées indique simplement que cette tourbe se trouve déjà pourvue d'acide phosphorique dans une certaine mesure. Comme elle est très pauvre en potasse, il y a lieu de répandre cet engrais le plus tôt possible pour qu'il soit bien uniformément réparti dans le sol au moment où les plantes seront semées. Au retour du printemps, on est débarrassé de cette besogne, qui peut être exécutée sans inconvénient pendant l'hiver.

Les semailles ont lieu autant que possible au commencement d'avril sur un hersage qui sert en même temps à enterrer les engrais et à donner au sol la préparation nécessaire. Il est d'ailleurs prudent, au cours de la première année, de restreindre le plus possible les travaux à exécuter par les animaux, leurs pieds perçant et défonçant la couche de sable qui repose à ce moment encore sur une tourbe très humide et mal raffermie ; or, c'est un point capital de la culture des terrains tourbeux en planches que d'éviter tout mélange de sable et de tourbe. Sur les planches de construction nouvelle, l'habitude est de cultiver une avoine, un fourrage vert ou un colza, qui prospèrent mieux que toutes les autres plantes sur les défrichements et dans les terrains incomplètement assainis. Les semences sont enterrées par un hersage ; on supprime en général le roulage, toujours pour éviter de faire piétiner le sol par les attelages.

Un seul binage suffit la première année ; il n'en est pas de même dans la suite, car les mauvaises herbes affectionnent tout particulièrement le sol fertile des planches et s'y propagent rapidement, rendant nécessaires de nombreuses façons d'entretien. Pour la même raison, il faut procéder au déchaumage le plus tôt possible après la moisson.

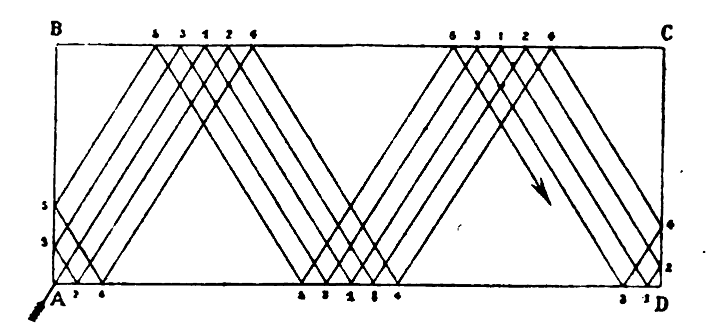
Dans l'arrière-saison on donne un labour plus profond, et si la culture suivante ne doit prendre possession du terrain qu'au printemps, un hersage ou un coup de scarificateur suffisent à cette époque pour toute préparation, à moins cependant que le sol ne soit fortement enherbé, auquel cas il y a lieu de faire labourer de nouveau.

Une règle invariable à observer strictement, qu'il s'agisse d'un labour, d'un scarifiage ou d'un binage, c'est la suivante : *Les* 0^m,10 *de la couche de sable mis en couverture doivent seuls être travaillés ; en aucune circonstance on ne doit les mélanger avec la tourbe sous-jacente.*

Ces labours superficiels sont faciles à exécuter et peu coûteux ; deux bœufs ou deux chevaux traînent facilement le léger trisoc qu'on emploie sur les planches. Le soin de tracer les enrayures le long des banquettes est confié à un ouvrier adroit et expérimenté qui se sert pour ce travail d'une charrue ordinaire ou d'un araire

attelé à un cheval. Cette précaution est indispensable en vue d'éviter les accidents ; il est déjà maintes fois arrivé qu'un attelage mal dirigé tombe dans un fossé d'assainissement où les deux animaux se noient en règle générale, malgré la faible profondeur, parce qu'on n'arrive pas à les dégager assez vite. Les trisocs suivent l'araire : leur travail, au point de vue de la préparation du sol, est très supérieur à celui de l'araire, car leurs sillons sont plus étroits et, par suite, l'ameublissement plus complet. De plus, comme la voie des trois socs réunis est de 0^{m},60, la superficie labourée en un jour est considérable : on compte 1^{hect},50 par journée de 8 heures de travail effectif. Deux planches sont labourées à la fois : l'une sert à l'aller ; l'autre au retour ; de la sorte on évite la forme en ados et l'amoncellement du sable sur la ligne médiane, qui serait très préjudiciable à ce genre de culture. Enfin, par surcroît de précaution et pour éviter tout déplacement possible de la couverture de sable, on prend soin que deux labours successifs ne soient jamais exécutés dans le même sens : si la première fois la charrue a tourné en cercle à droite, pour exécuter le labour suivant, elle devra tourner en cercle à gauche, déplaçant la terre alternativement vers la droite, puis vers la gauche, de manière que les deux effets se compensent.

Les hersages à deux dents méritent aussi une description spéciale parce qu'ils sont exécutés d'une façon toute particulière et très bien appropriée à la forme longue et étroite des planches. Soit, par exemple, à herser le rectangle ABCD :



La herse entrant dans le champ au point A, trace la ligne brisée n° 1 ; par deux à-gauche successifs elle revient en arrière, effectuant

un deuxième train, n° 2, parallèle au premier, et ainsi de suite les trains n°s 3, 4, 5, etc. Pour éviter les brusques changements de direction, il faut diriger l'attelage très obliquement sur les côtés de la planche, de façon que les angles soient le plus obtus possible. Le travail terminé, tout le champ se trouve avoir été hersé à deux dents; les sillons ont toujours été attaqués obliquement, ce qui est indispensable pour régaler très uniformément le terrain; enfin, on a évité les tournées et par suite le piétinement excessif d'une partie du champ par les attelages. Ce procédé très ingénieux n'est pas appliqué seulement sur les planches, mais aussi sur les terrains sablonneux; les champs qui ont une forme irrégulière sont décomposés pour ce travail en figures géométriques ressemblant grossièrement à des rectangles.

A l'égard des plantes recommandables pour la culture des terrains tourbeux par ensablement, tous les praticiens sont d'accord pour reconnaître que le choix en est considérable. Le blé, le seigle, l'avoine, l'orge, y donnent les plus hauts rendements obtenus sur les terres franches; les pommes de terre, les pois, les fèves, le lin, le chanvre, les légumes de toutes sortes y réussissent aussi parfaitement; mais le triomphe de cette culture c'est la betterave à sucre et le colza.

Aucun assolement ne s'impose comme étant préférable à tous les autres, et chaque agriculteur tourbier peut, selon ses besoins, choisir de préférence telle ou telle autre série de plantes. La seule règle dont on ne puisse cependant se départir, en raison de la propension des sols tourbeux à s'enherber, c'est de faire toujours succéder une culture nettoyante à une culture salissante.

A Cunrau on n'a pas suivi jusqu'à présent un assolement invariable; on se contente plutôt de produire les quantités nécessaires de chaque denrée, tout en observant le principe de l'alternance des cultures. Voici cependant, à peu de chose près, l'ordre dans lequel se succèdent les différentes plantes cultivées sur les planches :

1. Pois. — 2. Colza. — 3. Seigle. — 4. Betteraves à sucre. — 5. Blé. — 6. Betteraves à sucre. — 7. Avoine. — 8. Fèves à cheval. — 9. Blé. — 10. Betteraves à sucre. — 11. Seigle. — 12. Betteraves à sucre. — 13. Orge. — 14. Betteraves à sucre.

L'assolement débute par la culture des pois. 320 à 350 kilogr. de semences sont répandus au semoir en ligne sur le champ qui a déjà reçu comme façons : un labour à 0m,10 avant l'hiver, un hersage à deux dents suivi d'un scarifiage (ou d'un labour) et d'un hersage au printemps, dès qu'on peut reprendre les travaux. On sème les pois le plus tôt possible, même avant l'avoine, car il importe qu'ils laissent le champ libre de très bonne heure pour le colza. Les semences sont recouvertes à la herse et au rouleau.

Le colza doit être semé au plus tard dans les premiers jours d'août. Un labour de déchaumage à 0m,05 est exécuté immédiatement après la récolte des pois ; le lendemain on passe la herse pour aplanir le terrain et pour arracher le chiendent, qu'on emporte soigneusement hors du champ ; enfin on procède à l'épandage des engrais ; le surlendemain on donne un labour à 0m,10. Puis viennent un nouveau hersage et les semailles en lignes à 0m,40 d'intervalle, à raison de 6 à 8 kilogr. de semences à l'hectare. On termine l'opération par un très léger hersage et un roulage. Si l'automne est pluvieux, le succès de la récolte est certain, le colza ayant besoin de beaucoup d'humidité pour germer ; mais dans ces conditions les plantes adventices poussent rapidement, de sorte qu'avant l'hiver, un binage à la main et un binage à la machine sont nécessaires. Lorsque le colza vient mal, soit à cause de la sécheresse, soit à cause de ses semailles tardives, on le fait pâturer, et en avril la sole reçoit des betteraves. Au printemps, on donne encore un binage à la machine ou à la main, si la mauvaise herbe a poussé trop dru ; enfin, le colza reçoit comme dernière façon un buttage léger donné avec la houe armée de petits socs. Dans des conditions normales, on est en droit de compter sur une récolte de 2 000 à 2 500 kilogr. de grain par hectare. D'ailleurs, le colza est toujours d'une belle venue après les légumineuses qui quittent le sol de très bonne heure ; le point capital dans la culture de cette plante étant, comme nous l'avons dit, de procéder aux semailles dans les premiers jours d'août.

Un labour de déchaumage à 0m,05 avec le trisoc est la première préparation qu'on donne au sol qui doit porter le seigle. Les engrais sont épandus sur les sillons dans le courant de septembre ; à

la mi-octobre, après avoir nivelé le terrain par un rapide coup de herse, on donne le labour de semailles à $0^m,10$; on herse ensuite à deux dents. Le sol, bien nivelé, reçoit alors 130 kilogr. de semences; on sème en lignes à $0^m,10$; on recouvre avec un très léger hersage exécuté dans le sens des lignes et on roule. Le seigle ne reçoit aucune façon d'entretien.

Vient ensuite la betterave à sucre, qui demande un sol soigneusement ameubli. En septembre on donne un premier labour de déchaumage suivi d'un fort hersage et du ramassage du chiendent. En novembre, on laboure jusqu'à la tourbe, à $0^m,10$. On ne répand les engrais qu'un peu plus tard, pendant l'hiver. Il est de coutume à Cunrau d'utiliser pour ce travail l'époque où la neige couvre le sol, tout autre travail étant alors impossible et, par contre, l'épandage des engrais s'exécutant à ce moment d'une façon plus régulière. En effet les ouvriers distinguent aisément leurs traces sur la neige, et de plus cette substance se charge de dissoudre les parties solubles des engrais qu'elle répartit ensuite sur le sol, en fondant, sous forme de solution, d'une façon très uniforme. A la sortie de l'hiver, le champ, toujours en sillons, est hersé en long pour déraciner les plantes adventices et enfouir les mauvaises graines qui germent aussitôt; huit jours après, si le sol s'est fortement enherbé, s'il est devenu « vert » comme disent les Allemands, on le laboure de nouveau à $0^m,05$; mais en général un scarifiage suffit. Un hersage à deux dents et un léger roulage achèvent de mettre le sol dans l'état d'ameublissement nécessaire et de lui donner la consistance dont il a besoin pour fournir une assise solide aux betteraves. Immédiatement on procède aux semailles à raison de 40 kilogr. par hectare ; les lignes sont espacées à $0^m,30$. Un très léger hersage et un fort roulage enterrent les semences. Les façons d'entretien sont les suivantes : d'abord un binage à la main dès que les lignes sont nettement dessinées, pour écroûter le sol et enlever la mauvaise herbe. Lorsqu'apparaît la 3e feuille, on éclaircit, c'est-à-dire qu'on laisse une petite touffe de plantes au point où doit pousser plus tard une betterave. Cette opération est complétée par un 2e binage. A l'apparition de la 6e feuille, on fait exécuter le démariage à la main par des enfants. Au cours de la végétation, il y a lieu de donner le plus

grand nombre possible de binages pour maintenir le sol en parfait état de propreté et d'ameublissement, soit un binage à la houe et deux à la main.

Le blé, l'avoine et l'orge reçoivent les mêmes façons qui ont été décrites pour le seigle, avec cette différence qu'ils sont semés en lignes à 0m,20, ce qui permet de leur donner un binage à la main. Ce travail ne peut se faire à la houe, dont les couteaux se bourrent, se soulèvent et recouvrent les plantes de sable. On répand par hectare les quantités de semences suivantes : pour le blé, 130 kilogr.; pour l'avoine, 150 kilogr., et pour l'orge, 64 kilogr.

Reste la culture des fèves à cheval, pour lesquelles on emploie 240 kilogr. de semences. Elle est en tous points identique à celle des pois. Il convient également de semer cette plante aussitôt que les conditions climatériques et l'état de la terre le permettent.

LES ENGRAIS.

Nous avons parlé, à propos de chaque culture, de l'épandage des engrais, sans donner aucun détail sur leur composition ni sur les quantités employées. Il convient de donner ici ces indications qui, pour n'avoir rien d'absolu, puisqu'elles s'appliquent spécialement aux tourbes de Cunrau, peuvent cependant servir à l'occasion de terme de comparaison.

La tourbe de Cunrau renfermant, comme il a été dit plus haut, des quantités importantes d'azote et d'humus, les engrais azotés et le fumier lui-même n'ont aucun rôle à jouer dans sa fumure. Offrir aux plantes de l'azote sous une forme soluble serait une prodigalité impardonnable, puisqu'elles en sont déjà abondamment pourvues, et que cet apport, s'il n'était rapidement dissous et entraîné par l'eau dans les fossés, aurait pour effet la verse des céréales. L'économie réalisée de ce chef, en supposant qu'une récolte ordinaire nécessite l'apport annuel de 40 kilogr. d'azote à 1 fr. 50 c. le kilogramme, s'élève donc à 60 fr. par hectare. Un chaulage serait également inutile, en raison de la haute teneur en chaux de la « tourbe de prairie ». Restent donc la potasse et l'acide phosphorique, qui, s'ils ne font pas complètement défaut dans le sol, au moins ne s'y

trouvent pas en quantité suffisante. Pour trouver à quelle dose il y avait lieu de les employer, M. Rimpau calcula, d'après les tables de Wolff, la teneur en ces éléments d'une abondante récolte et majora les chiffres ainsi obtenus de 30 p. 100, dans le but d'enrichir le sol. Pour n'être pas irréprochable au point de vue théorique, ce procédé n'en est pas moins sûr. Voici, d'ailleurs, avec les quelques modifications dont le besoin s'est fait sentir à l'usage, les doses d'engrais employées annuellement sur les terrains tourbeux de Cunrau :

	Scories de déphosphoration à 20 p. 100 d'acide phosphorique. — Kilogr.	Caïnite à 13 p. 100 de potasse. — Kilogr.
Céréales et légumineuses	300	800
Betteraves à sucre	400	1 200
Colza	400	1 000

Depuis 1879, le superphosphate est exclu de la liste des engrais chimiques en usage, car on a reconnu que l'acide humique de la tourbe se chargeait de rendre assimilables les phosphates de chaux contenus dans les scories de déphosphoration.

Quant à la disproportion considérable qui existe entre les doses d'acide phosphorique et de potasse, elle s'explique tout naturellement par ce fait que la tourbe dont il est question contient 5 fois plus d'un élément que de l'autre.

Peut-être, bien des praticiens trouveront-ils ces chiffres exagérés; mais il convient d'observer qu'il s'agit de terrains tourbeux qui, en raison de leur faible teneur en éléments minéraux, jouissent d'un pouvoir absorbant très restreint à l'égard des substances fertilisantes. Il ne faut pas oublier non plus ce vieil aphorisme de Liebig : les plantes se développent toujours en proportion de l'élément qu'elles trouvent en moindre quantité dans le sol. Ce serait donc une économie très mal entendue que celle qui consisterait à ne pas mettre à leur disposition des quantités d'engrais potassiques et phosphatés largement suffisantes.

TOURBES DE LISIÈRE ET SABLES TOURBEUX.

Jusqu'à présent, nous n'avons parlé que de la « tourbe de prairie » située dans l'intérieur même du Drömling; cependant le domaine de Cunrau étant à cheval sur la tourbière et sur les terrains sableux, renferme encore une autre variété de tourbe qu'on rencontre invariablement sur la lisière des formations infra-aquatiques. Sa composition et son origine sont identiques; mais, placée en bordure sur un sol plus élevé, recouverte d'une moindre couche d'eau, elle n'a pu acquérir qu'une faible épaisseur, variant en général de 0m,10 à 0m,30. Lorsque cette épaisseur ne dépasse pas 0m,15, elle prend le nom de sable tourbeux (*anmooriger Sand*), parce qu'elle est presque toujours mélangée au sable sous-jacent. Au-dessus de 0m,15 et jusqu'à 0m,20, on la nomme tourbe de lisière.

Ces sols de qualité tout à fait inférieure ne sont pas susceptibles de produire économiquement la betterave sucrière, et doivent être assimilés, au point de vue cultural, à des terrains sableux. Dans les planches construites sur les tourbes de lisière, on applique la rotation suivante qui permet d'en tirer parti :

1. Pommes de terre. — 2. Mélange d'orge et d'avoine (*orgire*). — 3. Prairie artificielle. — 4. Mélange d'orge et d'avoine.

L'orgire (*wischfrucht*) se compose de 5/8 d'orge et 3/8 d'avoine; on l'utilise en distillerie pour la saccharification de la fécule de pomme de terre. La prairie artificielle est composée d'un mélange de ray-grass, de fléole et de trèfle; c'est ce qu'on appelle à Cunrau un pâturage à moutons (*Schafweide*).

On donne tous les 4 ans une demi-fumure à la sole des pommes de terre, c'est-à-dire 25000 kilogr. de fumier.

Le sable tourbeux n'a pas besoin d'être assaini, parce qu'il n'est recouvert que d'une très faible couche de tourbe. On le cultive avec avantage par rayolage, c'est-à-dire par le mélange intime du sable et de la tourbe à l'aide de la charrue.

Voici l'assolement suivi sur ces sables :

1. Pommes de terre. — 2. Seigle. — 3. Prairie artificielle. — 4. Seigle.

La première sole reçoit une fumure entière.

CULTURE DES TERRAINS SABLEUX.

Les terrains sableux de Cunrau, comme tous ceux qui appartiennent au diluvium glaciaire, sont très siliceux et par suite très arides. Ils n'offent, à vrai dire, qu'un substratum aux plantes, car ils manquent à la fois de matières nutritives, d'eau et d'humus. C'est à leur procurer ces trois éléments constitutifs des sols riches que doit tendre une exploitation rationnelle. La solution de ce triple problème a déjà été donnée depuis longtemps par M. Schultz, le savant agronome de Lupitz, qui n'en est plus à faire des recherches, mais qui étale à présent sous les yeux des visiteurs les résultats merveilleux obtenus, non dans un champ d'expériences choisi *ad hoc*, mais sur l'ensemble de sa propriété. Il estime que la culture en terrain sableux doit prendre son principal point d'appui sur les marnages et sur l'emploi des engrais verts. C'est dire que l'exploitation du domaine de Lupitz est basée sur la fumure verte, le fumier n'entrant presque pas en ligne de compte, car on n'y entretient que le nombre d'animaux de travail strictement indispensable à l'exécution des façons aratoires.

C'est une théorie chère à M. Schultz et qu'il préconise depuis bien des années déjà, que celle de l'assimilation directe de l'azote atmosphérique par les papillonacées. Les récentes expériences du professeur Hellriegel sont venues corroborer cette doctrine en lui apportant des arguments irréfutables tirés de l'analyse des plantes et du sol. M. Schultz a, dès longtemps déjà, vu et décrit les petits tubercules qui se développent sur les racines des papillonacées pour servir de demeure aux micro-organismes dont le rôle est de transformer en albumine l'azote directement puisé par les feuilles dans l'atmosphère. La matière albuminoïde ou protoplasma se répand ensuite dans toute la plante pour concourir à l'accroissement des feuilles, des tiges et des racines. Vienne une semblable plante à être enterrée comme engrais vert, les racines profondes restent en place dans le sol où, faute de quantités d'oxygène suffisantes, elles sont protégées pendant quelque temps contre une complète décomposition; dans le courant de l'année suivante, elles remplissent à la fois,

au dire de M. Schultz, les fonctions de pompes aspirantes vis-à-vis de l'eau du sous-sol qu'elles montent par capillarité jusque dans la terre arable et celle de fils conducteurs pour les racines de la nouvelle plante cultivée qui trouve ainsi à tous les étages du sol de précieuses réserves d'azote. Quant à la partie aérienne des plantes enfouies comme engrais verts, elle apporte dans la couche arable de notables quantités d'azote et de matières organiques qui servent à l'alimentation des cultures suivantes et à l'amélioration de la qualité physique de cette terre sableuse à laquelle elle donne plus de *liant* et plus de *corps*.

Toutes les papillonacées sont aptes à remplir cette double fonction; mais celle qui a le mieux répondu à l'attente de M. Schultz, celle qui est devenue son auxiliaire le plus indispensable pour la fertilisation de ses terres, c'est le *lupin*. Il y a plusieurs variétés de lupin : les seules employées en agriculture sont le lupin jaune, le lupin bleu et le lupin blanc. Le lupin jaune assimile l'azote avec plus d'énergie et d'activité que les autres; il peut également servir de fourrage, car il contient très peu de principes amers, et les animaux le mangent facilement. Le lupin bleu convient pour les sols tout à fait arides; le lupin blanc est très amer et par suite ne peut servir que d'engrais vert. C'est le lupin jaune que M. Schultz emploie presque exclusivement.

Pour tirer de cette plante le maximum d'effet utile, c'est-à-dire pour qu'elle assimile beaucoup d'azote et qu'elle enfonce ses racines très profondément, il faut qu'elle atteigne cette phase de la végétation où, la floraison étant terminée, les gousses de la tige centrale commencent à mûrir; à ce moment, le lupin contient environ trois fois autant d'azote qu'au moment de la floraison. Soixante à soixante-dix jours de végétation sont nécessaires pour que ce résultat soit acquis. Il n'y a donc pas à perdre un seul instant après la moisson; c'est une « question de jours et d'heures », comme se plaît à le dire M. Schultz. Aussi lorsque la dernière gerbe de céréale sort de l'un de ses champs, la charrue y entre aussitôt pour exécuter rapidement un léger labour de déchaumage. Le terrain, nivelé à la hâte avec un coup de herse, reçoit le même jour les semences de lupin à raison de 200 kilogr. à l'hectare, ainsi que la potasse et l'acide phospho-

rique nécessaires à la sole suivante. Un dernier coup de herse et un roulage enterrent la semence et les engrais.

Lorsque l'automne est sec et le champ fraîchement marné, le lupin vient mal; mais il n'en livre pas moins, même dans ces conditions, une quantité d'azote suffisante et à un prix plus réduit que les engrais chimiques et les fumiers. Il est du reste facile de s'en convaincre en établissant le prix de revient d'une culture de lupins, d'après les données admises par les agronomes qui s'occupent d'économie rurale. Les frais, dont le détail suit, s'élèvent à 36 fr. 70 c.

Semences	30f,00
Semailles	2,40
Hersage	2,30
Roulage	2,00
Total	36f,70

Bien entendu, nous ne comptons dans ce prix, ni le labour de déchaumage, ni le hersage qui le suit, ni les engrais, toutes ces dépenses devant être imputées au crédit de la sole suivante dont elles sont la préparation obligée. Or, au moment de leur enfouissement, les lupins qui couvrent le sol, représentent un apport d'azote variant entre les limites extrêmes de 40 à 100 kilogr. par hectare. Lorsqu'on réussit à accumuler 100 kilogr. d'azote dans le sol, le prix du kilogramme ressort à 0 fr. 37 c. environ; lorsqu'on en obtient 40 kilogr. seulement, il s'élève à 0 fr. 91 c. Mais il y a lieu en outre de considérer qu'on occupe ses gens et ses attelages et qu'on utilise les semences récoltées sur la propriété. Tout est donc bénéfice dans cette opération.

Quant aux marnages, il est inutile d'insister sur leur effet utile. L'azote n'est assimilé par les céréales que sous la forme de nitrate et la nitrification ne peut se produire en l'absence de la chaux.

Cunrau était trop près de Lupitz pour que l'influence du système de M. Schultz ne s'y fît pas sentir. Déjà du vivant de M. Rimpau, on l'avait appliqué dans la mesure du possible, car, à cette époque, la ligne d'intérêt local qui dessert actuellement la station de Cunrau

n'existait pas encore, et l'écoulement des pailles était chose impossible; il fallait absolument les transformer en fumier, qui trouvait du reste facilement son emploi. La création d'une voie ferrée a complètement changé les conditions économiques du domaine : les pailles vont maintenant approvisionner une papeterie, et le vide qu'elles laissent est avantageusement comblé par les engrais verts associés aux substances minérales dont le sol se trouve dépourvu. C'est ainsi que dans l'assolement suivi sur les terrains sableux, assolement qui embrasse une période de 8 années, la fumure verte est employée trois fois et le fumier une fois seulement.

Voici cet assolement :

1 Pommes de terre (40 000 à 50 000 kilogr. de fumier).
2 Seigle de printemps (600 kilogr. caïnite + 400 kilogr. scories + 200 kilogr. nitrates).
3 Trèfle (fumure verte).
4 Seigle d'hiver (600 kilogr. caïnite + 400 kilogr. scories de déphosphoration + 100 kilogr. nitrates).
5 Pommes de terre (600 kilogr. caïnite + 400 kilogr. scories de déphosphoration + fumure verte au lupin).
6 Avoine (600 kilogr. caïnite + 400 kilogr. scories de déphosphoration + 200 kilogr. nitrates).
7 Trèfle (fumure verte).
8 Seigle d'hiver (600 kilogr. caïnite + 400 kilogr. scories de déphosphoration + 100 kilogr. nitrates).

La sole qui doit porter les pommes de terre reçoit en temps utile un labour de déchaumage à 0m,05; à la fin de l'automne, on la nivelle avec un fort hersage à deux dents; pendant l'hiver, on apporte 40 000 à 50 000 kilogr. de fumier qui sont tout de suite épandus. Au printemps, dès que le sol s'est ressuyé, on en pratique le défoncement avec la charrue à vapeur à 0m,38, opération dont l'importance ou plutôt la nécessité est aujourd'hui universellement reconnue en Allemagne. Un vigoureux hersage à deux dents régale le terrain bouleversé par les énormes versoirs du polysoc, puis une machine rotative perce les trous en quinconce; les ouvriers y déposent les tubercules de semences et les recouvrent à la bêche. Au moment où apparaissent les premières feuilles, on donne un hersage. Un peu plus tard, lorsque les plantes sont bien visibles, on

passe la houe entre les lignes et on achève à la main le nettoyage de l'espace compris entre les plantes sur chaque ligne. Enfin, lorsque les tiges des pommes de terre ont atteint une hauteur de 0m,10 à 0m,15, elles sont buttées à la charrue. Quelquefois, le chiendent foisonne tellement qu'un deuxième binage, à la main celui-ci, devient nécessaire ; mais, en règle générale, les façons énumérées plus haut suffisent amplement, la pomme de terre étant l'ennemi personnel du chiendent et se chargeant de sa destruction. Ce dernier fait est tellement vrai qu'on trouve dans les champs de singulières traces de la lutte qui s'engage entre ces deux plantes : il n'est pas rare en effet de rencontrer une pomme de terre transpercée par une pousse de chiendent.

Le seigle de printemps venant après les pommes de terre, pour lesquelles on a défoncé le sol à la charrue à vapeur, trouve un terrain bien ameubli qui n'a besoin pour toute préparation que d'un seul labour au trisoc, à 0m,15, suivi d'un hersage en long. Les semences sont répandues au semoir à la volée, à raison de 160 kilogr. à l'hectare. On sème perpendiculairement à la direction des sillons, tandis que le hersage qui sert à enterrer les graines est exécuté en croix, de sorte que finalement le sol se trouve avoir été hersé à deux dents et demeure bien nivelé. Lorsque le seigle a levé, le trèfle est semé à son tour à la volée ; 20 kilogr. de semences suffisent ; elles sont enterrées par un hersage. Si la saison est très sèche, il est préférable d'employer le rouleau pour cette opération, car en comprimant, en plombant la surface de la terre, on augmente sa puissance capillaire et par suite l'évaporation ; c'est dire que dans ces conditions les semences de trèfle enfouies peu profondément auront toujours à leur disposition, venant du sous-sol, la quantité d'humidité nécessaire à la germination.

Le trèfle aime l'ombre pendant la première phase de sa végétation ; plus tard elle lui devient nuisible. Voilà pourquoi on préfère à Cunrau confier les semences de trèfle à la sole des seigles plutôt qu'à celle des avoines, dont les larges panicules constituent un ombrage trop épais.

Après la moisson du seigle, le trèfle reste sur le champ et sert de prairie artificielle pendant un an. Il fournit une coupe, quelquefois

deux, si la sole qui le porte est suffisamment humide. Lorsqu'on ne juge pas à propos de récolter la deuxième coupe, on la fait pâturer par les moutons.

En juillet-août, le trèfle est retourné par un labour à $0^m,25$ suivi d'un hersage à deux dents. Les engrais sont épandus à loisir. Au mois d'octobre, si les mauvaises herbes, le chiendent en particulier, ont envahi le terrain, on donne d'abord un léger labour à $0^m,05$ avec le trisoc, puis un hersage et un coup de râteau à cheval pour ramasser le chiendent qui est amoncelé en tas et brûlé. En général, le labour n'est pas indispensable. Les semailles du seigle d'automne se font à raison de 190 kilogr. à l'hectare. Lorsque le chiendent est très dru, on porte la quantité de semences jusqu'à 210 kilogr., afin qu'il se produise une abondante végétation capable d'étouffer la mauvaise herbe. Un hersage léger enterre le seigle ; le lendemain les ouvriers ramassent au râteau le chiendent déterré par ce dernier travail. Ensuite, on ne donne plus d'autre façon; mais au retour du printemps, 100 kilogr. de nitrate sont répandus pour aider à la reprise de la végétation.

C'est à cette place, entre le seigle et les pommes de terre, que l'on intercale le lupin jaune en culture dérobée. Il doit être semé avant le 1er août avec tous les engrais minéraux nécessaires à la pomme de terre. On donne rapidement un simple labour de déchaumage à $0^m,05$ en tournant en cercle autour du champ pour éviter toute perte de temps, et l'on herse. Les semailles se font au semoir en lignes. Un hersage léger, puis un roulage enterrent les graines. Tous ces travaux sont exécutés à la hâte et *grosso modo* pour diminuer le plus possible le prix de revient du kilogramme d'azote. Aux premières gelées qui arrêtent définitivement leur végétation, les lupins sont retournés par un labour et le champ passe l'hiver en sillons. Faute de froids suffisants pour raffermir les terres sableuses et assurer la régularité du travail, on est obligé d'écraser les tiges au rouleau avant de procéder au labour. Sans cette précaution les plantes mal assujetties dans le sol se déracinent et bourrent la charrue.

Les pommes de terre qui viennent prendre possession du champ au printemps suivant, reçoivent les mêmes façons que les pommes

de terre fumées. Il en est de même pour le seigle d'hiver et le trèfle qui succèdent à la pomme de terre. Une seule différence est à noter: c'est que le seigle cultivé après les pommes de terre reçoit 200 kilogr. de nitrates, tandis que succédant au trèfle on lui en donne 100 kilogr. seulement, puisqu'il est permis d'escompter la somme d'azote accumulée dans le sol par cette plante.

En dernier lieu vient l'avoine dont la culture se fait exactement comme celle du seigle de printemps. Il faut cependant noter qu'on la sème un mois plus tard que sous nos climats, parce que l'hiver dure un peu plus longtemps à Cunrau. La quantité de semences répandue est également de 180 à 200 kilogr.

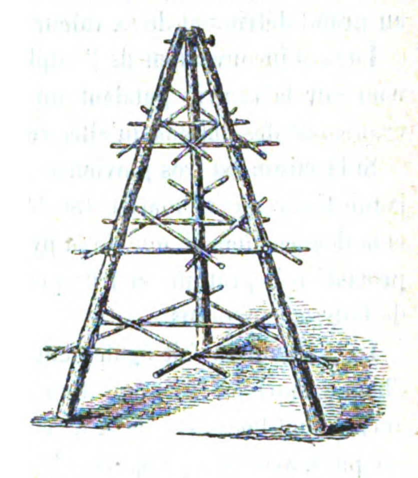
Toutes ces céréales reçoivent comme engrais minéraux 300 kilogr. de scories de déphosphoration dosant 20 p. 100 d'acide phosphorique et 600 kilogr. de caïnite dosant 13 p. 100 de potasse. On leur donne en outre 100 kilogr. de nitrates lorsqu'elles succèdent à un trèfle et 200 kilogr. de la même substance, lorsqu'elles viennent après les pommes de terre. Quant aux pommes de terre, comme nous l'avons vu, elles reçoivent une fumure aux engrais verts à laquelle on ajoute les engrais minéraux que le lupin est impuissant à leur procurer, soit 300 kilogr. de scories et 200 kilogr. de sulfate de potasse à 96 p. 100 de pureté, ou bien on leur applique une dose équivalente de fumier de ferme. Il conviendrait d'ajouter 200 kilogr. de nitrates dans le cas où l'on s'abstiendrait de cultiver les engrais verts et 100 kilogr. si la culture de lupin n'a pas réussi. Enfin, les trèfles en leur qualité d'agents d'amélioration à racines profondes ne reçoivent aucun engrais.

Les terrains sableux sont marnés tous les 16 ans. On conduit sur chaque hectare 120 à 125 000 kilogr. de marne dosant 12 à 18 p. 100 de carbonate de chaux. Comme la marnière se trouve à 6 kilomètres du centre de la propriété, le transport de cet amendement occasionne de gros charrois, qu'on exécute lorsque les animaux n'ont rien de mieux à faire, pendant la saison d'hiver.

LES RÉCOLTES.

Plusieurs des procédés usités à Cunrau pour la récolte et la conservation des plantes méritent une mention spéciale, en raison des simplifications qu'ils introduisent dans l'exécution des travaux. Pour les citer dans l'ordre où ils se succèdent, ce sont : la récolte des trèfles, la moisson, l'arrachage des pommes de terre et des betteraves.

La coupe des prairies artificielles se fait tout simplement à la faux. Mais lorsque les plantes se sont ressuyées en andains pendant quelques heures, au lieu de les laisser séjourner sur le sol, on les charge en vrac sur un appareil nommé pyramide qui se compose de trois perches réunies à l'une de leurs extrémités par un goujon en bois ou en fer, de telle façon qu'une fois déployées, elles figurent les arêtes d'une pyramide. Ces perches sont d'égale grosseur et mesurent 3 mètres de longueur ; elles portent chacune trois chevilles disposées à intervalles réguliers, perpendiculairement à leur axe ; sur ces chevilles s'appuient d'autres perches plus légères, de la grosseur du pouce environ, posées horizontalement et dépassant les arêtes de 30 centimètres. Une semblable pyramide coûte 4 à 5 fr. et mesure 2^{m},50 de haut ; elle peut durer 30 ans. Il faut compter une pyramide pour 150-200 kilogr. de fourrage sec. Les trèfles, les vesces, toutes les légumineuses d'une façon générale, opèrent leur dessiccation sur ces appareils. Le jour même de la fauchaison, on entasse sur chaque pyramide tout ce qui peut y trouver place, sans toucher le sol toutefois, et l'on ne s'en occupe plus jusqu'à ce qu'on ait le temps de rentrer la récolte, c'est-à-dire souvent deux ou trois mois plus tard, après la moisson au besoin. L'air circule dessous et dedans la pyramide, maintenant le fourrage en parfait état de conservation.



On trouve dans les *Annales de la Station agronomique de Darmstadt* les analyses suivantes concernant du foin de trèfle rouge exposé à la pluie en andains et sur une pyramide :

SUBSTANCES dosées.	FOIN de la pyramide.	FOIN des andains.
Matière azotée	11.22	8.15
Matière grasse	2.40	1.61
Cellulose	32.68	43.02
Extractifs non azotés	35.33	29.60
Cendres	4.26	2.86

Ces chiffres prouvent que le trèfle ayant séjourné en andains, lavé par l'eau de pluie, a perdu une notable quantité d'éléments nutritifs, au grand détriment de sa valeur comme fourrage.

Le seul inconvénient de l'emploi des pyramides, c'est que, séjournant sur la prairie pendant un temps fort long, elles arrêtent la croissance des plantes qu'elles couvrent de leur ombre.

Si la saison est très pluvieuse, la surface de cette sorte de meule jaunit légèrement; mais cette détérioration est toute superficielle, et la dessiccation à l'aide de la pyramide n'en demeure pas moins un procédé très pratique et très peu dispendieux pour la préparation de fourrages feuillus.

La moisson se fait également à la faux par raison d'économie. Chaque faucheur est suivi d'une femme qui engerbe de suite ; les gerbes sont liées avec deux liens qui, pour le seigle, sont fabriqués sur place avec deux poignées de tiges encore munies de leurs épis. Le soir, avant de quitter le chantier, les ouvriers doivent ranger les gerbes par groupes de 20 en les adossant sur deux lignes, les épis en l'air. Cette disposition en forme de toit est bien préférable aux andins pour les pays humides et moins coûteuse que les poupées. En 4 ou 5 jours les céréales achèvent de mûrir. Les ouvriers reçoivent pour l'exécution de ces différents travaux 12 fr. 50 c. par hectare sur les terrains sableux et 15 fr. sur les planches où la récolte est plus abondante.

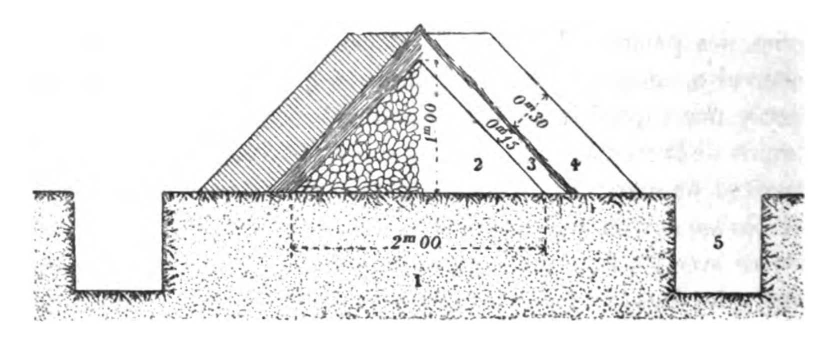
Sur un domaine aussi vaste que celui de Cunrau, on ne dispose pas à beaucoup près de la place nécessaire pour mettre toute la paille à l'abri dans un fenil; aussi, pour éviter la détérioration du

grain, on procède au battage dans le champ même. Deux batteuses actionnées chacune par une locomobile, fonctionnent en permanence. La paille est entassée en grosses meules de forme cubique; les sacs de grains sont transportés dans les magasins. Vingt ouvriers sont nécessaires pour le service de chaque machine.

Un peu plus tard, en automne, arrive l'arrachage des pommes de terre. On en cultive beaucoup moins depuis que la betterave à sucre a fait son entrée à Cunrau, et aussi en raison de l'augmentation des droits sur l'alcool qui ont porté atteinte à la prospérité des distilleries des pommes de terre. Cependant la sole occupée par ces tubercules, malgré toutes les réductions qu'elle a subies, occupe encore une superficie de 160 hectares. C'est à la main, et sans le secours de la moindre machine, qu'on procède à l'arrachage. Théoriquement, en supposant qu'elle fonctionne parfaitement, une charrue arracheuse devrait être plus économique; mais en pratique, elle se bourre avec les fanes encore souvent vertes et laisse beaucoup de tubercules dans la terre. L'arrachage au crochet est universellement préféré en Allemagne. Chaque ouvrier reçoit une hotte d'une capacité déterminée; remplie, elle contient 35 kilogr. de pommes de terre. Quand la hotte est pleine, il va la vider à quelques pas de là dans une voiture et reçoit en échange de la main d'un surveillant une contre-marque en cuivre qui lui sera reprise le jour de la paie pour 0,07 pfennig, soit 0 fr. 0875; c'est-à-dire qu'il reçoit pour l'arrachage 0 fr. 25 c. par 100 kilogr. Dans ces conditions les ouvriers sont fortement stimulés par l'appât du gain; ils travaillent avec frénésie et livrent dans une journée de travail, chacun suivant ses forces, de 40 à 60 hottées. Ils gagnent donc un salaire variant de 3 fr. 50 c. à 5 fr. 25 c., chiffre très élevé pour l'Allemagne. Un ouvrier peut arracher par jour de 1/16 à 1/8 d'hectare de pomme de terre.

Reste à conserver les pommes de terre jusqu'à l'époque de la vente ou jusqu'au moment où l'on pourra les utiliser dans la distillerie. Or pour loger 28000 quintaux de tubercules, il faudrait construire des monuments agricoles, et les agriculteurs allemands n'ont précisément pas la manie du moellon. Leurs bâtiments sont toujours réduits au strict nécessaire, c'est-à-dire aux écuries, remises et magasins à grains. Pour conserver les pommes de terre ils n'ont donc

pas d'autre moyen que de les ensiler. C'est en effet ainsi qu'on procède à Cunrau. On aplanit un coin du champ sur lequel on répand les pommes de terre en les entassant en forme de prisme triangulaire sur une largeur de 2 mètres, une hauteur de 1 mètre et une longueur de 30 à 50 mètres. Le silo est recouvert d'une couche de paille épaisse de $0^m,20$ à $0^m,30$, puis de $0^m,30$ de terre prise dans un fossé que l'on creuse tout autour du silo pour son assainissement. La paille se tasse sous la pression de la terre et forme une



Coupe du silo à pommes de terre.

LÉGENDE :

1 Sol naturel.
2 Pommes de terre ensilées.
3 Couverture de paille réduite à $0^m,15$ d'épaisseur par le tassement.
4 Terre rapportée provenant du fossé adjacent.
5 Fossé servant à fournir la terre employée en couverture et à drainer le silo.

précieuse couche isolante. L'arête supérieure du prisme n'est recouverte que de paille pour assurer l'aération de la masse tout entière. Ce mode de conservation est loin d'être parfait; il donne cependant de bons résultats, ce qui explique qu'il soit employé d'une façon très générale en Allemagne.

En dernier lieu vient la récolte des betteraves à sucre. L'ouvrier travaille accroupi ou mieux à genoux, avec un petit outil qui a la forme d'une fourche à deux dents; ces dents sont plates et arrondies à l'extrémité pour éviter de blesser les racines; le manche est très court, $0^m,30$ à $0^m,40$ au plus. D'une main l'ouvrier enfonce cette fourche près d'une betterave, tire à lui, puis presse sur le manche qui fonctionne comme levier; de l'autre il prend la betterave déchaussée et la dépose à côté de lui en l'alignant. Il arrache ainsi à

la fois deux lignes de betteraves qu'il place sur deux rangs, l'un à droite, l'autre à gauche, les feuilles en dehors. Pour décolleter les betteraves, l'ouvrier chemine ployé en deux et à l'aide d'un couperet un peu lourd et bien acéré, il abat d'un coup les feuilles et le tronçon vert. Avec un peu d'habitude, il arrive de cette manière à pratiquer très vite et très bien le décolletage. La dernière partie de la tâche consiste à amonceler toutes les racines en gros tas et à les recouvrir de feuilles pour empêcher la gelée de les atteindre jusqu'au moment du débardage.

Pour l'exécution de ces différents travaux, soit arrachage, décolletage et amoncelage des betteraves, l'ouvrier reçoit 45 à 50 fr. par hectare. Il peut arracher en moyenne 1/16 d'hectare de betteraves par jour, en gagnant un salaire journalier de 2 fr. 81 c. à 3 fr. 10 c.

VARIÉTÉS DE PLANTES CULTIVÉES A CUNRAU.

Cunrau, comme nous avons déjà eu occasion de le dire, est un domaine modèle; il a de plus été le berceau de la culture des tourbes de prairies par ensablement, et l'un des premiers endroits où l'on ait adopté le système de fumure verte préconisé par Schultz-Lupitz. A tous ces titres, il est intéressant de savoir quelles variétés de plantes ont donné les meilleurs résultats sur les terrains tourbeux et sur les terrains sablonneux.

Plantes cultivées sur les terrains tourbeux.

Blé d'automne. . . .	Dattel. Urtoba.
Blé de printemps. . .	Noé. Emma.
Seigle.	de Zélande. de Schlanstedt.
Avoine de Lunebourg (*Lüneburger Kleihafer*).	
Orge chevalier.	
Colza	Géant de Urkermärker. Blumenraps.
Betterave à sucre . .	Vilmorin. de Wanzleben.
Trèfle de Norvège.	
Pois Victoria.	

Plantes cultivées sur les terrains sablonneux.

Seigle pour semailles précoces : Seigle de Zélande.
— tardives : Seigle Hötenslebener.
Avoine de Lunebourg.
Trèfles. . . . . . . { Trèfle blanc. Trèfle des prés. Anthyllide.
Ray-grass anglais.
Vesces. . . . . . . { Vicia cracca. Vicia cassuvica. Vicia villosa.
Lupin jaune.

Comme pommes de terre on cultive surtout la Richters Imperator ; mais on a fait tellement de bruit autour des variétés nouvelles, que le régisseur du domaine de Cunrau a cru devoir organiser une série d'expériences ayant pour but de déterminer le degré de productivité et de richesse en amidon des plus réputées de ces variétés. Nous citerons à titre de renseignement les résultats obtenus cette année.

La superficie du champ d'expérience était d'un demi-hectare pour chacun des dix premiers numéros ; pour les autres, elle était de cinq ares seulement. Les dix premiers numéros avaient été affectés aux variétés qui s'étaient montrées les plus productives l'année dernière.

On a donné comme engrais une fumure complète au fumier de ferme.

Les résultats étaient bien plus brillants dans les essais précédents, où l'on a enregistré des rendements de 30 000 kilogr. à l'hectare ; mais les conditions météorologiques ont été cette année particulièrement défavorables au développement de la pomme de terre.

Enfin, il y a lieu de faire remarquer que si certaines variétés très réputées, telles que les Paulsen par exemple, ont mal soutenu la réputation du nom qu'elles portent, cela tient à ce qu'elles sont destinées aux sols riches et non aux sables arides du diluvium glaciaire.

NUMÉROS.	NOMS.	RÉCOLTE à l'hectare en kilogr.	AMIDON.	
			P. 100.	Par hectare.
—	—	—	—	—
1	Charlotte.	18 620	15.4	2 867,48
2	Hortensie	14 840	17.5	2 597,00
3	Daber.	13 160	17.9	2 345,64
4	Aurélie	16 570	13.6	2 246,72

NUMÉROS.	NOMS.	RÉCOLTE à l'hectare en kilogr.	AMIDON.	
			P. 100.	Par hectare.
—	—	—	—	—
5	Paulsen 56	13 020	16.9	2 200,38
6	Aurora	13 720	15.8	2 167,66
7	Euphyllos	15 960	12.4	1 979,04
8	Rosalie	11 310	14.7	1 662,57
9	Silberhaut	11 620	13.2	1 533,84
10	Patrik	10 780	12.6	1 358,28
11	Richters Imperator	21 800	17.5	3 815,00
12	Juno	19 600	17.4	3 410,40
13	Hermann	19 000	17.9	3 401,00
14	Daber	19 200	16.9	3 244,80
15	Deutscher Reichskanzler	16 400	20.1	3 216,00
16	Schneerose	20 800	15.4	3 203,20
17	Rothe Zwiebel	17 200	18.4	3 164,80
18	Achilles	18 200	15.4	2 802,80
19	Kornblume	16 000	17.5	2 800,00
20	Matador	20 200	13.7	2 787,40
21	Hortensie	15 200	17.9	2 720,80
22	Richter	19 200	14.1	2 707,20
23	Gelbe rose	17 400	15.4	2 679,60
24	Odin	15 200	17.5	2 660,00
25	Eos	14 800	17.5	2 590,00
26	Euphyllos	16 800	15.4	2 587,20
27	Amora	15 600	16.4	2 558,40
28	Paulsen	18 200	15.4	2 548,00
29	Éléphant	18 800	13.3	2 500,40
30	Schulmeister	16 000	15.4	2 464,00
31	Aurélie	15 600	15.4	2 402,40
32	Amaranth	18 000	13.3	2 394,00
33	Laterose	16 200	14.7	2 381,40
34	Sutons	16 200	14.7	2 381,40
35	Alpha	19 000	12.5	2 375,00
36	Andersen	18 400	12.8	2 355,20
37	Herta	17 400	13.6	2 331,60
38	The farmos bluth	16 606	13.9	2 307,40
39	Weltwander	17 200	13.4	2 304,00
40	Globus	14 600	15.4	2 233,00
41	Magnum bonum	14 800	14.7	2 175,60
42	Alkoholviolett	13 800	14.7	2 028,60
43	Patrik	14 600	13.3	1 941,80
44	Champion	14 000	13.6	1 904,00
45	Kosmopolitan	13 200	14.1	1 860,20
46	Liebig	14 000	12.4	1 736,00
47	Dalmahoy	12 800	12.4	1 587,20
48	Richters frühblaue	12 000	13.1	1 574,00
49	Paulsen Nassengrund	12 600	12.4	1 562,42

Comme on le voit, 7 variétés ont rendu plus de 19000 kilogr. à l'hectare, et 7 plus de 3000 kilogr. d'amidon.

Une remarque qui n'est pas sans intérêt au point de vue pratique, c'est que toutes les variétés riches en amidon ont des tubercules de dimension moyenne, de couleur indécise, tachée de gris, et la peau toujours fendillée, comme couverte de son sur certaines places.

On se demandera peut-être quel procédé on emploie dans une ferme pour doser l'amidon. Ce procédé est très simple et très pratique : il repose sur la détermination du poids spécifique des tubercules à l'aide d'une balance hydrostatique, spécialement adaptée à ce dosage par Krocker et Neimann ; elle est nommée en conséquence : *Krocker's und Neimann's Kartoffelwaage.* Un petit tableau rédigé par Behrend, Mærker et Morgen, chimistes de l'Université de Halle (province de Saxe), permet d'obtenir sans calcul la teneur en substance sèche et en amidon, une fois que l'on connaît le poids spécifique. Le tout coûte une soixantaine de francs.

LES SALAIRES.

L'organisation du travail à Cunrau mérite une mention toute spéciale, parce qu'elle permet de caractériser un fait très général en Allemagne, la modicité des salaires. Même dans les contrées les plus fertiles, où l'on pratique l'agriculture la plus intensive, comme dans la province de Saxe par exemple, le taux de la main-d'œuvre n'est pas monté aussi vite que l'augmentation de la production, ainsi qu'il est de règle partout ailleurs, parce que le rapport de l'offre à la demande, tel qu'il y existait autrefois, a été influencé par la facilité des communications dans un sens défavorable à la hausse des salaires. C'est qu'il existe à l'est de l'empire allemand, dans la Pologne prussienne, toute une population pauvre et misérable, qui est forcée de s'expatrier pour vivre. Ces malheureux Polonais sont devenus les Ilotes des agriculteurs d'outre-Rhin. A l'approche de la belle saison, chaque grand propriétaire expédie dans le duché de Posen un employé chargé de recruter le personnel dont il a besoin, et c'est par centaines de mille que les habitants de cette triste contrée, hommes, femmes, enfants, se répandent alors en Allemagne, jusque dans les provinces rhénanes. Ils agissent en nombre et font pencher la balance du côté des propriétaires. Cet abaissement du prix de la

main-d'œuvre est d'ailleurs tout au profit de la grande propriété, qui peut seule trouver à occuper d'une façon continue ces légions d'ouvriers.

Sur le domaine de Cunrau, on emploie, en sus du contingent de travailleurs fournis par le pays, 20 hommes, 30 femmes et 20 enfants de 15 à 18 ans. Le voyage leur est payé en 4e classe; ils sont de plus logés dans des casernes construites *ad hoc*, et reçoivent à titre gracieux 25 livres de pommes de terre par semaine et par tête.

Les salaires sont fixés comme il suit :

	PRINTEMPS et AUTOMNE.	ÉTÉ.	ÉPOQUE de la moisson.
Hommes	1f,60	2f,00	2f,50
Femmes	1 ,00	1 ,40	1 ,80
Valets d'écurie	1 ,50	1 ,50	1 ,50
Enfants au-dessous de 15 ans	0 ,65	0 ,65	0 ,65

Ces tarifs sont appliqués non seulement aux ouvriers polonais, mais encore aux habitants du pays employés sur le domaine. Toutefois, on évite le plus possible de faire travailler à la journée, car le système d'exploitation de Cunrau a pour base le travail à la tâche, plus simple à surveiller et plus facile à rémunérer équitablement.

Voici un aperçu des prix offerts aux tâcherons :

Pour moissonner, engerber et dresser; par hectare, sur les planches	15f,00
— — — sur les sables	12 ,50
Pour arracher, décolleter et amonceler les betteraves; par hectare	50 ,00
Pour arracher et charger les pommes de terre; par 100 kilogr.	0 ,25

Nous voilà loin de la situation de certaines contrées de France, où le produit brut est absorbé presque complètement par les salaires. Aussi l'agriculture allemande est-elle prospère. Les gros intérêts que fournissent les capitaux mis en terre, les gros profits que l'entrepreneur retire de l'exploitation, sont les causes qui agissent le plus pour favoriser en Allemagne les progrès de l'agriculture; nos voisins consacrent volontiers des capitaux et du temps à l'exploitation du sol, parce qu'ils sont sûrs à l'avance d'être rémunérés de leurs dépenses et de leurs peines.

LE CHEPTEL.

Quoi qu'en aient dit les économistes et les zootechniciens, il est rare de voir un agriculteur réaliser de gros profits sur l'élevage, dans une ferme à grains, où l'on est forcé de produire les fourrages à coup de charrue. L'élevage n'est réellement lucratif que dans les pays de pâturages, sur les terres encore soumises au système pastoral. Telle était autrefois la situation de l'Altmark, dont les terres maigres et improductives, incapables de porter des récoltes rémunératrices, ne pouvaient être mises en valeur que par la production du bétail. Telle était aussi la situation du domaine de Cunrau à l'époque où M. Rimpau s'en rendit acquéreur. Mais avec l'introduction de la culture intensive, qui supprimait du coup tous les pâturages, le cheptel devait subir des réductions, ou tout au moins des modifications dans la répartition de son effectif. De plus, en raison de la mise en valeur de tourbes riches en azote et de terrains sableux traités aux engrais verts, le rôle de « machines à fumier » se trouvait réduit à néant. Supprimer complètement l'élevage et lui substituer une exploitation industrielle du bétail, voilà le programme qui devait marcher de pair avec la transformation du système de culture; c'est aussi le but qu'on a visé à Cunrau.

Le cheptel en 1847 était le suivant :

Chevaux de trait	8
Bœufs	60
Vaches	40
Jeunes bêtes	50
Moutons mérinos	1 800
Cochons	70

En 1890, on compte :

Chevaux de trait	50
Bœufs	48
Taureaux	12
Vaches	100
Moutons	1 560

Les jeunes bêtes ont disparu ; tous les veaux sont vendus pour

qu'il ne soit plus question d'élevage. Le nombre des moutons a été diminué de près d'un sixième et le sera encore davantage dans la suite, parce qu'en Allemagne aussi bien que chez nous, l'exploitation des ovidés comme producteurs de viande et comme producteurs de laine n'est actuellement lucrative qu'autant qu'ils servent à utiliser les déchets des cultures. Par contre, on entretient 100 vaches de race hollandaise, dont les deux traites journalières fournissent ensemble 600 litres de lait environ, qu'on transforme en beurre pour expédier à Berlin. L'effectif de chevaux a plus que triplé en raison des besoins de l'exploitation; ils appartiennent à la race du pays; c'est dire qu'ils sont grands, mous et mal faits. Les bœufs viennent de Bavière; ils ont l'ossature forte des animaux de travail. Notons, en passant, l'emploi des taureaux comme bêtes de travail c'est là un usage courant en Allemagne, bien que l'on y soit absolument convaincu, qu'ils produisent moins de travail et sont moins dociles que les bœufs. On les utilise parce qu'ils coûtent d'achat 350 fr. seulement, tandis que les bœufs sont payés en moyenne sur le pied de 550 fr. Chose inexplicable au premier abord, à côté de la laiterie nous ne trouvons pas de porcherie. Cela tient, paraît-il, à ce que les cochons réussissaient fort mal à Cunrau, où de fréquentes épizooties décimaient ces animaux.

En somme, le nombre des têtes de bétail a plutôt diminué, malgré l'accroissement considérable de la production végétale. Ce fait est la conséquence logique de la théorie de M. Rimpau, qui considérait, à juste titre, la présence du bétail dans les fermes à grains comme un « mal pas nécessaire ».

LA PRODUCTION VÉGÉTALE.

Puisque la production animale ne nous montre aucun accroissement de produit, c'est dans l'augmentation de la production végétale que nous devons chercher le résultat pratique de la transformation des systèmes de culture.

D'après M. Rimpau, le montant des récoltes était peu élevé avant que ces terrains tourbeux et sableux fussent cultivés d'une façon rationnelle. En 1856, par exemple, avant l'installation de

la « culture en planches », on obtint à Cunrau les rendements suivants :

NATURE des planches cultivées.	SUPERFICIE cultivée en hectares.	PRODUIT brut en kilogr.	RENDEMENTS à l'hectare.
Seigle d'automne	188,7	173250	918
— de printemps	39,5	24850	629
Avoine	27,0	31650	1172
Pommes de terre	126,2	1491500	11818
Betteraves fourragères	1,2	30850	25708

Il convient de comparer ces chiffres avec ceux de date plus récente, qui nous ont été fournis par M. Berger, régisseur du domaine. Le tableau suivant indique les rendements moyens à l'hectare produits par chaque sorte de culture pendant une période de 5 années, où les nouveaux procédés de culture décrits plus haut étaient déjà partout appliqués sur les terres de Cunrau.

Les rendements ont doublé. De plus, on récolte à présent d'importantes quantités de colza, de blé, de betteraves à sucre et d'orge, à la culture desquels on ne pouvait songer auparavant. Remarquons en passant que, dans la période quinquennale précédant celle que nous avons citée, les résultats obtenus avec le colza ont été beaucoup plus satisfaisants; il a rendu en moyenne 2000 kilogr. La production fourragère n'a pas non plus diminué comme on pourrait le croire, par suite de la transformation en champs d'une grande partie des prairies et des herbages tourbeux; au contraire, elle a augmenté. En effet, en 1856, on a récolté environ 3000 quintaux de foin, tandis que, pendant les dernières années, la récolte de fourrage s'est élevée, en moyenne, à 4892 quintaux de trèfle, plus 2000 quintaux de foin, que produit annuellement une prairie tourbeuse de 67^{hect},5.

Observons cependant qu'à partir de 1887, époque à laquelle M. Hermann Rimpau a senti les premières atteintes de la maladie qui devait l'emporter un an après, les rendements diminuent d'une façon sensible. On ne peut guère attribuer cette décroissance de la production qu'à l'absence de l'œil du maître qui avait conçu le plan de cette vaste entreprise, et qui, brusquement, faisait défaut pour en surveiller la mise à exécution. C'est bien le cas de répéter le vieux proverbe : « Tant vaut l'homme, tant vaut la chose. »

Rendements moyens à l'hectare

ANNÉES.	COLZA.	SEIGLE.	BLÉ d'automne.	BLÉ de printemps.	ORGE.	AVOINE.	CONSEIGLE. — (Mélange de blé et de seigle.)	ORGINE. — (Mélange d'orge et d'avoine)	POIS.	FÈVES.	BETTERAVES fourragères.	BETTERAVES à sucre.	POMMES de terre.	CHICORÉE.	PAVOT œillette.
Sur les terrains tourbeux.															
1889-90	1 658,1	2 186,3	1 653,8	1 709,3	»	2 136,7	2 564,1	2 948,7	1 282,0	1 068,3	»	36 111,1	18 055,5	»	»
1888-89	838,3	2 512,8	1 527,7	1 604,7	1 914,5	2 598,2	1 972,2	1 200,5	1 850,4	2 829,0	»	33 119,6	19 987,1	»	»
1887-88	1 267,0	1 974,3	2 209,3	1 760,6	2 905,9	2 552,6	2 273,5	2 350,4	1 474,3	2 200,8	40 925,2	23 354,7	19 166,6	17 155,9	1 057,6
1886-87	1 376,0	3 600,0	2 002,1	1 867,5	2 399,5	3 418,8	2 230,7	2 061,9	2 333,3	»	»	68 589,7	28 649,5	»	»
1885-86	1 132,4	3 311,9	»	2 606,8	»	3 076,9	2 884,6	4 059,8	»	»	»	»	25 256,4	»	»
Sur les terrains sableux.															
1889-90	»	1 449,2	»	»	»	2 839,8	»	»	»	»	»	26 831,1	18 286,3	»	»
1888-89	»	840,1	»	»	»	1 508,0	»	»	»	»	»	»	15 497,4	»	»
1887-88	»	1 412,6	»	»	»	1 856,6	»	»	»	»	»	»	19 222,4	»	»
1886-87	»	1 735,2	»	»	»	1 921,2	»	»	»	»	»	»	25 987,0	»	»
1885-86	»	1 849,9	»	»	»	2 056,4	»	»	»	»	»	»	16 633,3	»	»

CONCLUSION.

La découverte du procédé de culture « système Rimpau » constitue donc un important progrès dans la connaissance des questions relatives à la mise en valeur des terrains tourbeux. C'est, de plus, un brillant exemple des résultats que peut obtenir un homme unissant à l'intelligence et à l'esprit d'observation, les connaissances théoriques et pratiques d'un agronome consommé. M. Rimpau a su résoudre, de la façon la plus heureuse, le problème si compliqué de la transformation d'un terrain marécageux, mouvant, stérile, en champs d'une culture facile, d'une fumure économique, produisant régulièrement des rendements élevés, comparables à ceux des meilleures terres. On peut sans exagération lui appliquer les deux vers de Schiller :

Wir haben diesen Boden uns erschaffen
Durch unserer Hände Fleiss.

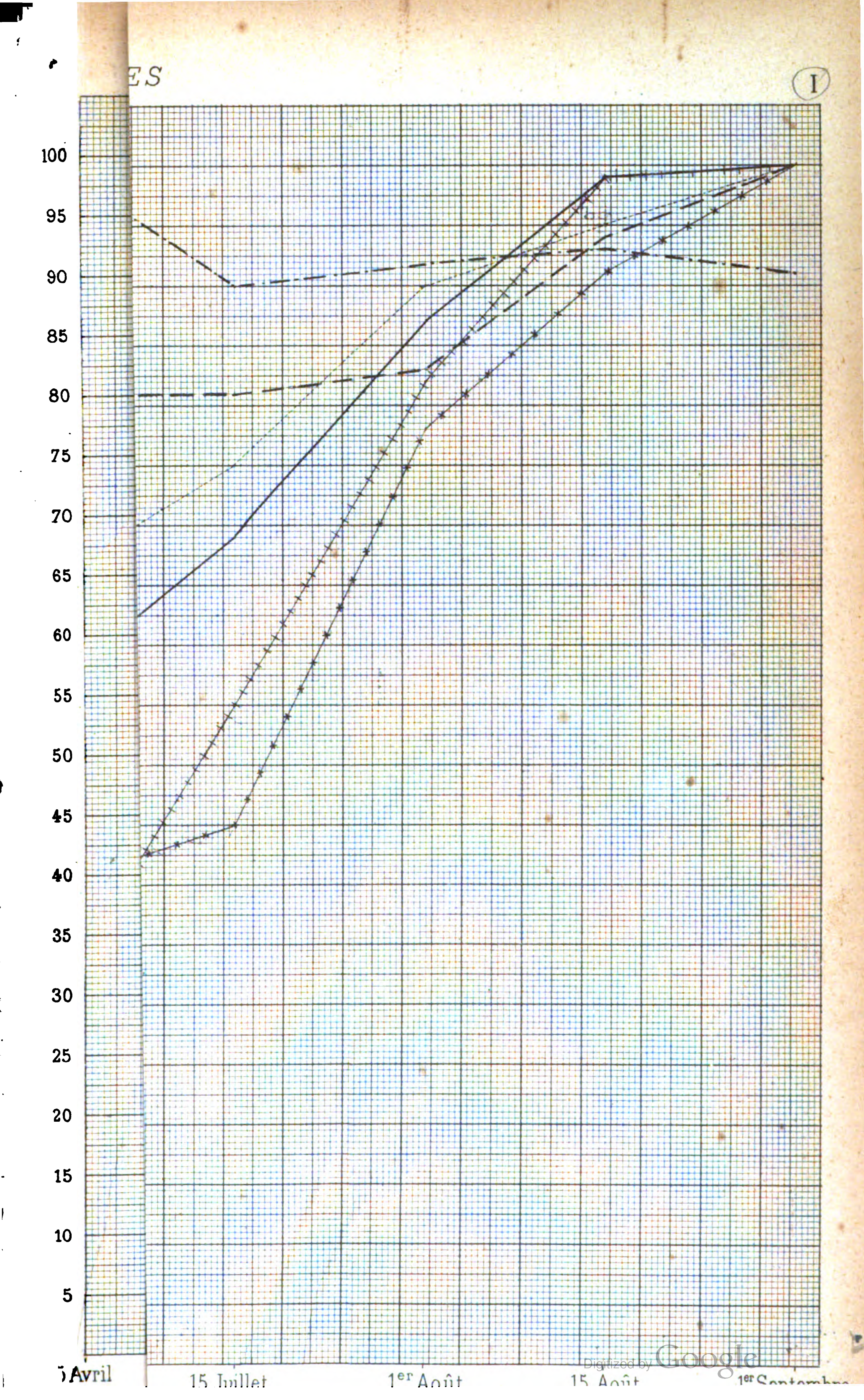
Nous avons créé ce sol
Par le travail de nos mains !

Et cependant un long espace de temps s'est écoulé après cette découverte avant qu'elle ne se répandît et que le procédé de culture usité à Cunrau ne trouvât des imitateurs. Mais aujourd'hui on a enfin reconnu, d'une façon unanime, que le *système Rimpau est un progrès capital pour la mise en valeur des « tourbes de prairie », qui peuvent être transformées presque toutes en sols de haute fertilité, avec des frais relativement minimes.*

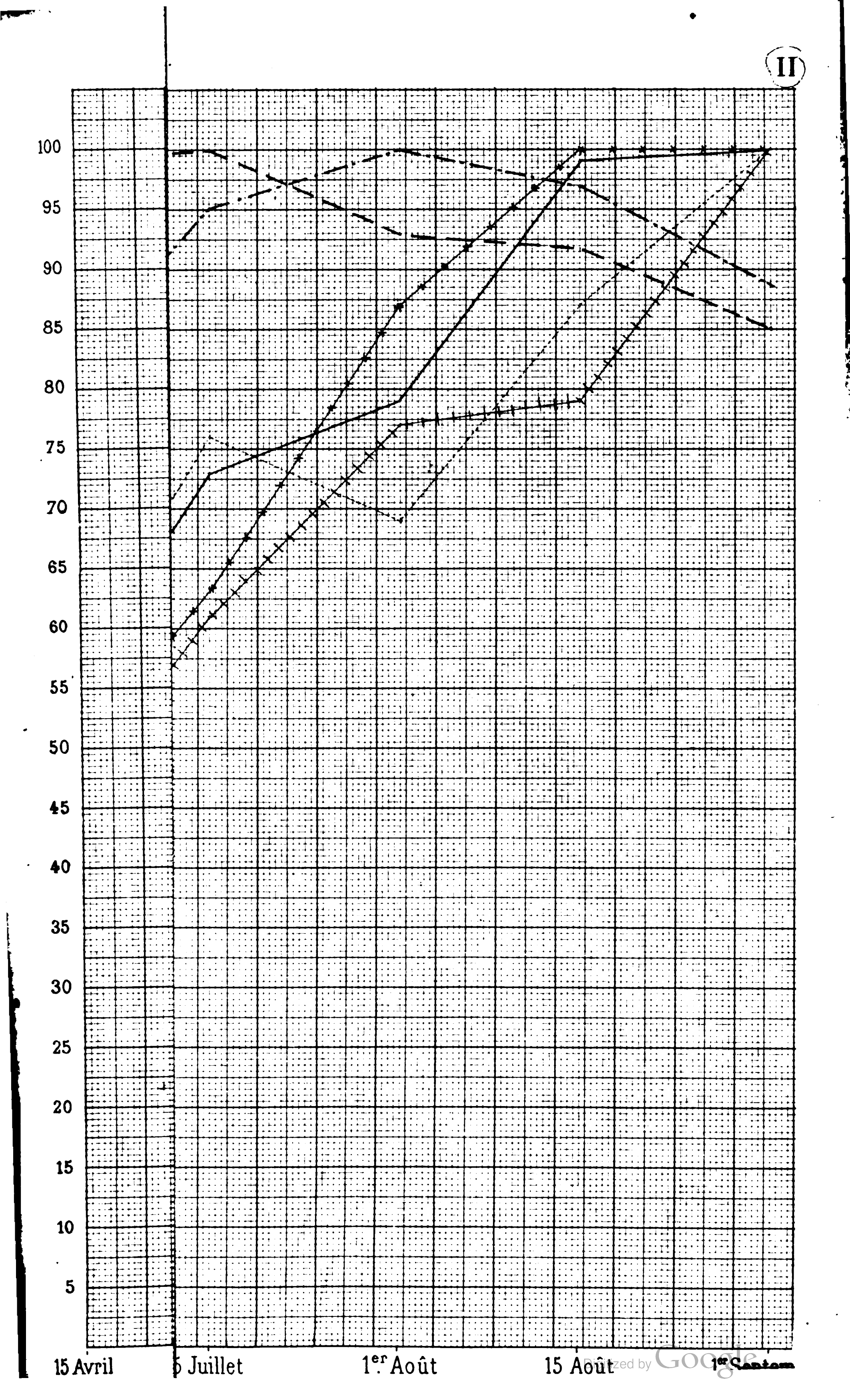
TABLE DES MATIÈRES

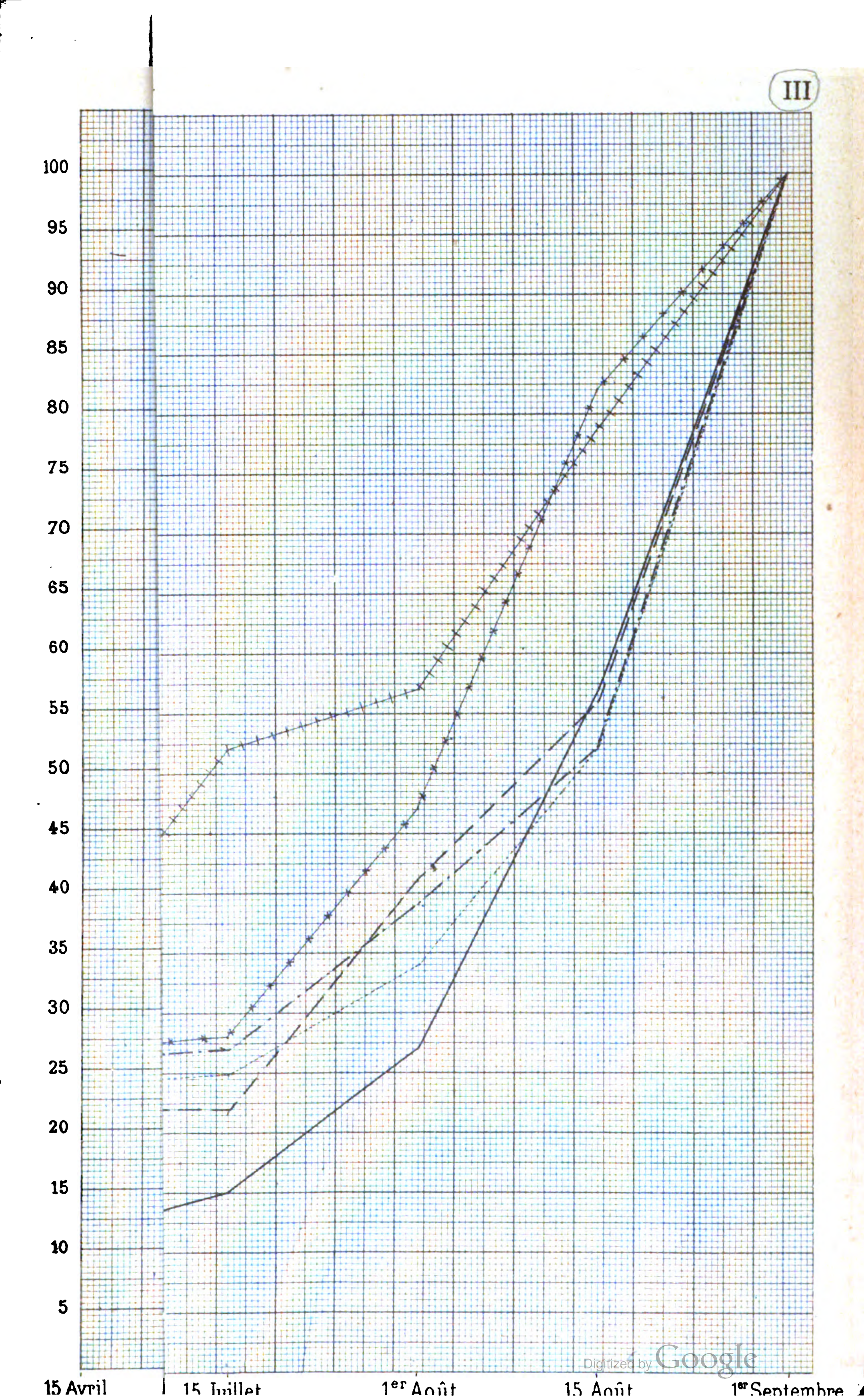
DU TOME DEUXIÈME (1891)

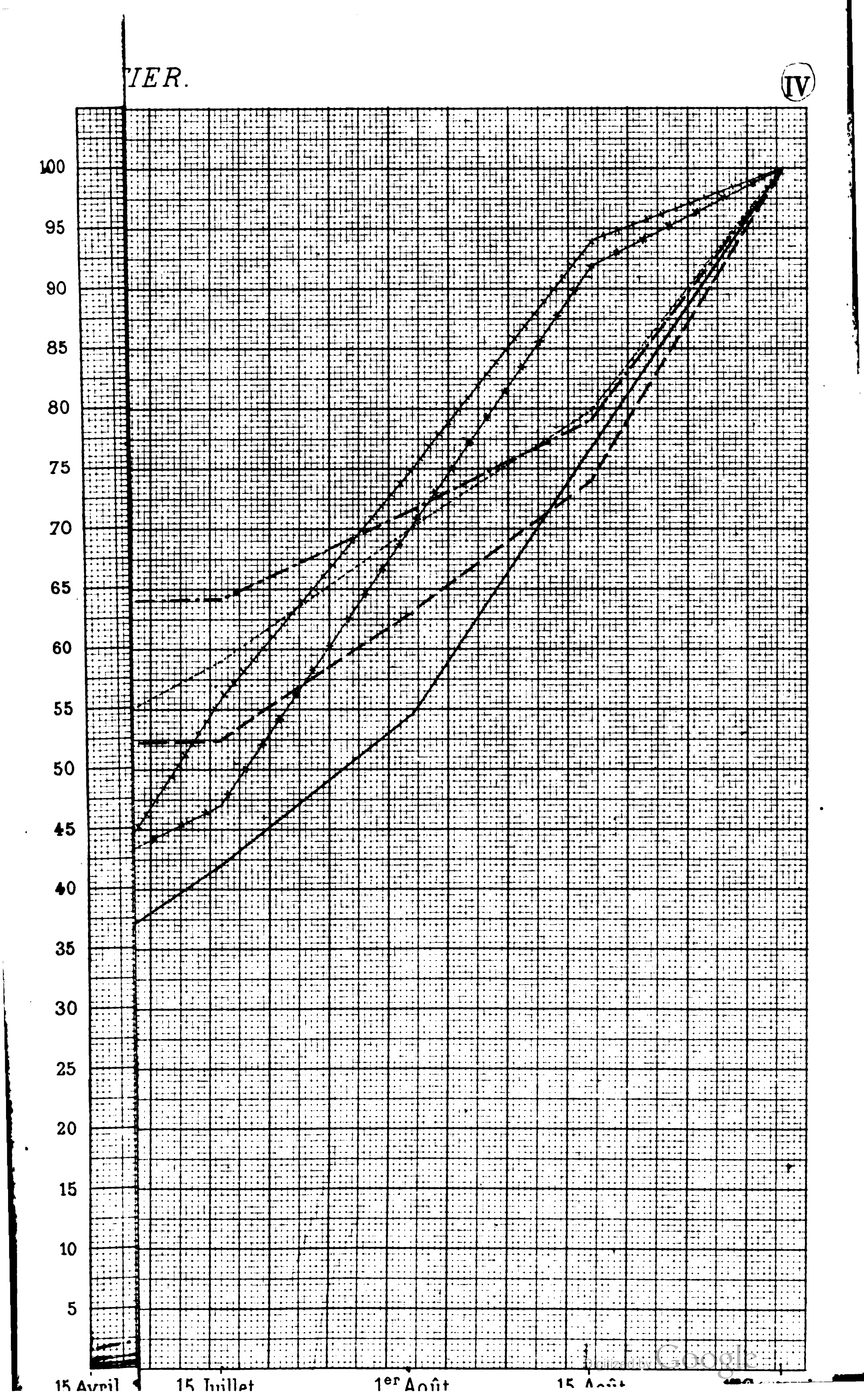
Nancy, impr. Berger-Levrault et Cie.



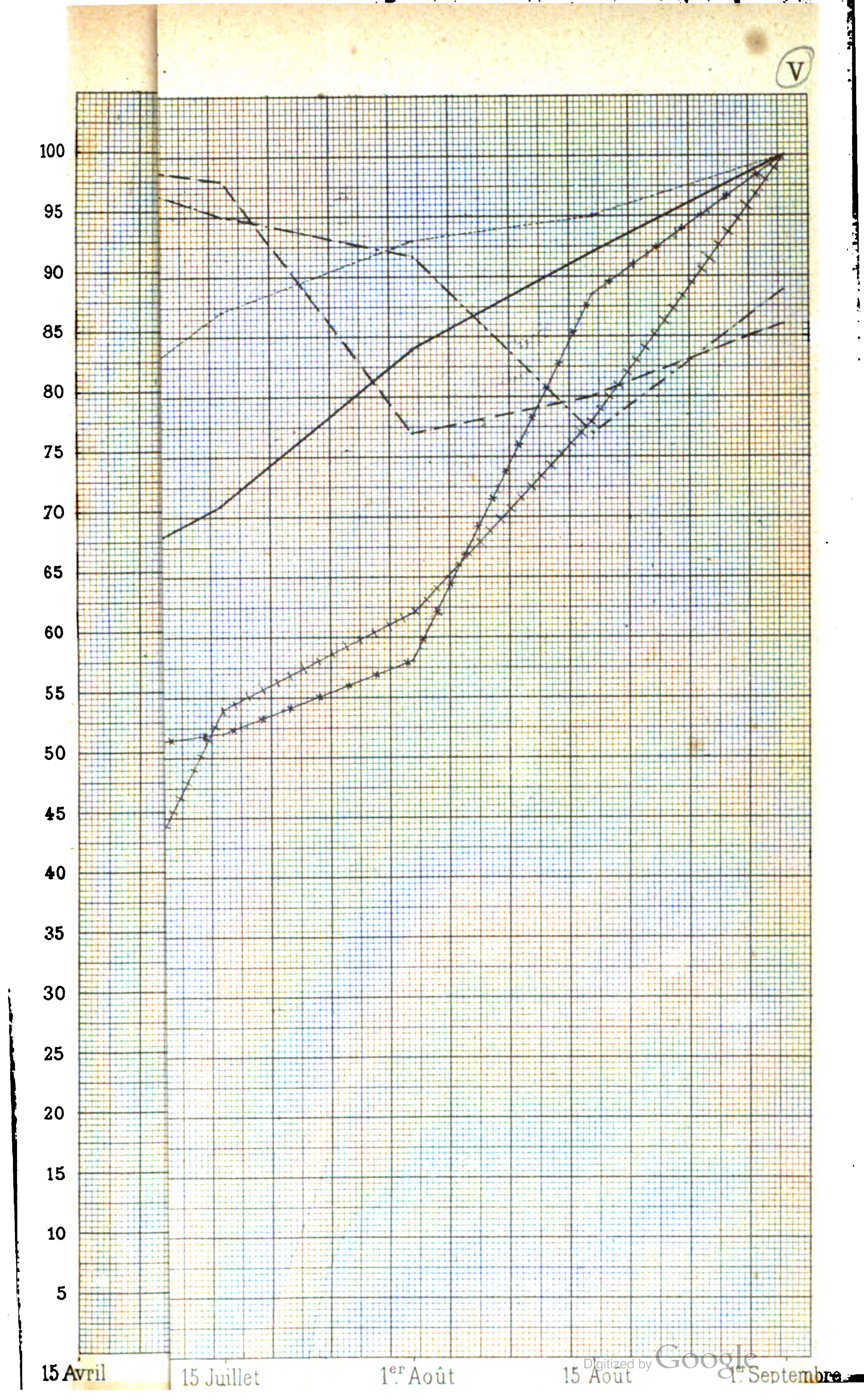
ES
I
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
Avril
15 Juillet
1er Août
15 Août
1er Septembre

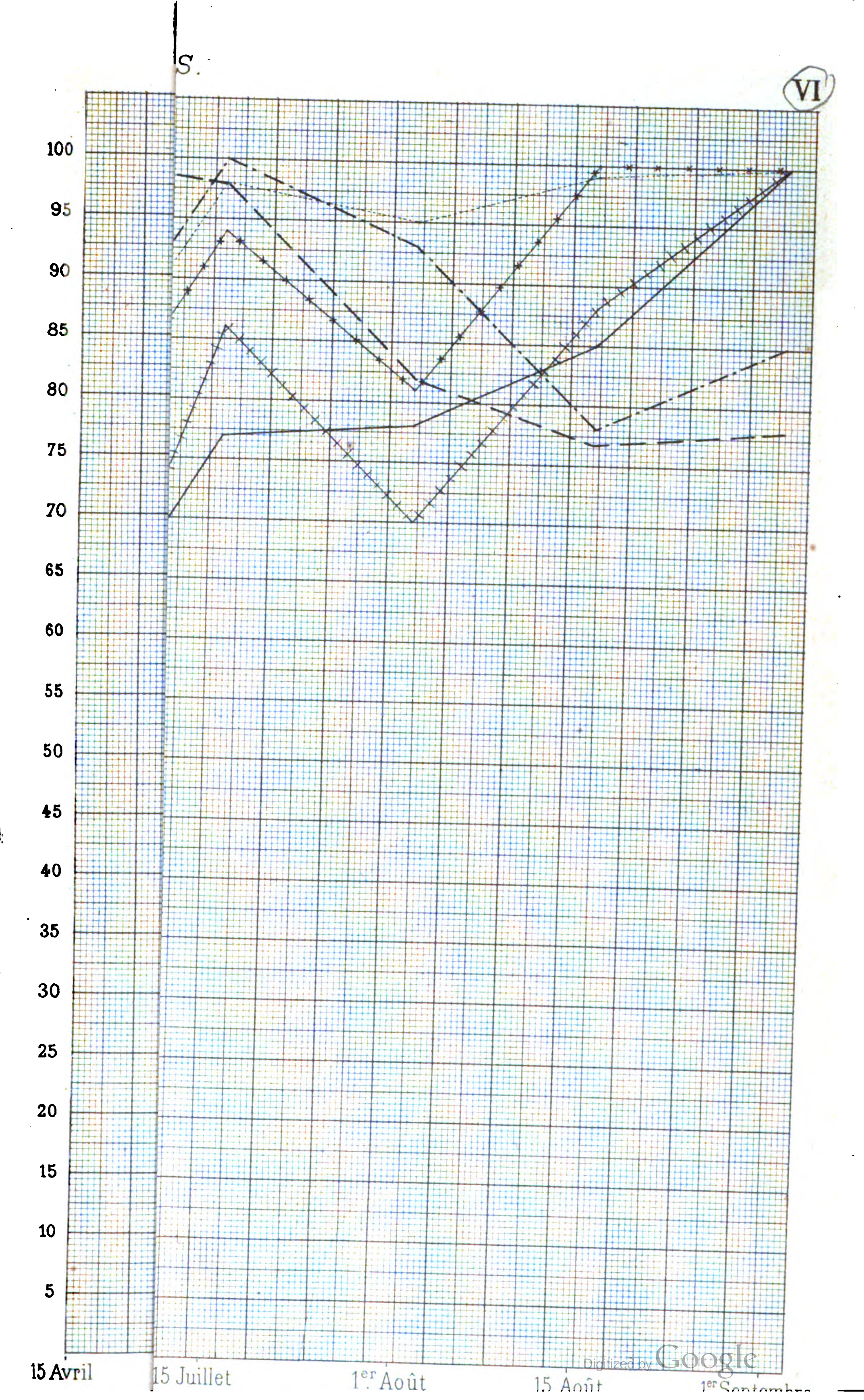

II
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
15 Avril
Juillet
1er Août
15 Août


III
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
15 Avril
15 Juillet
1er Août
15 Août
1er Septembre

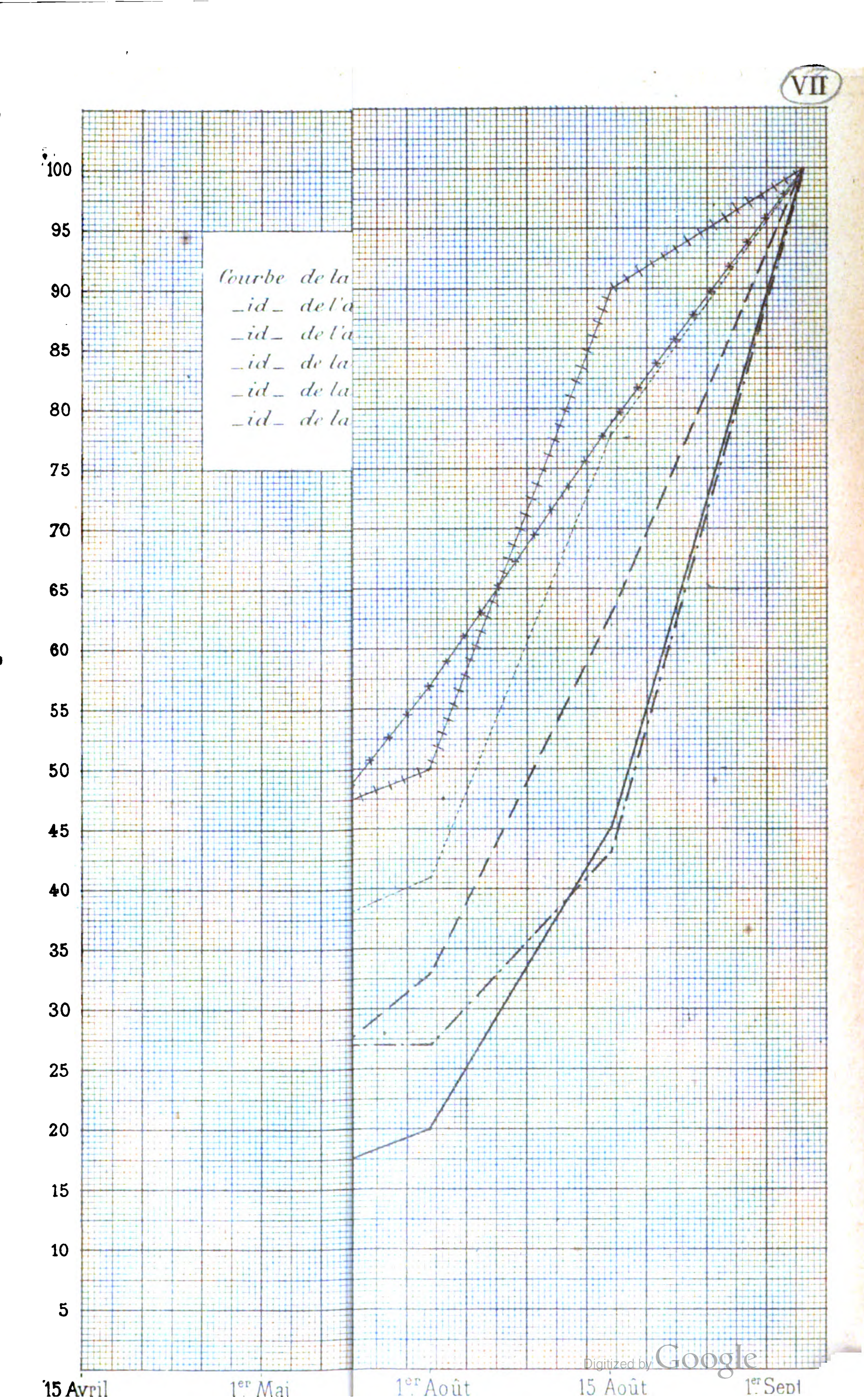


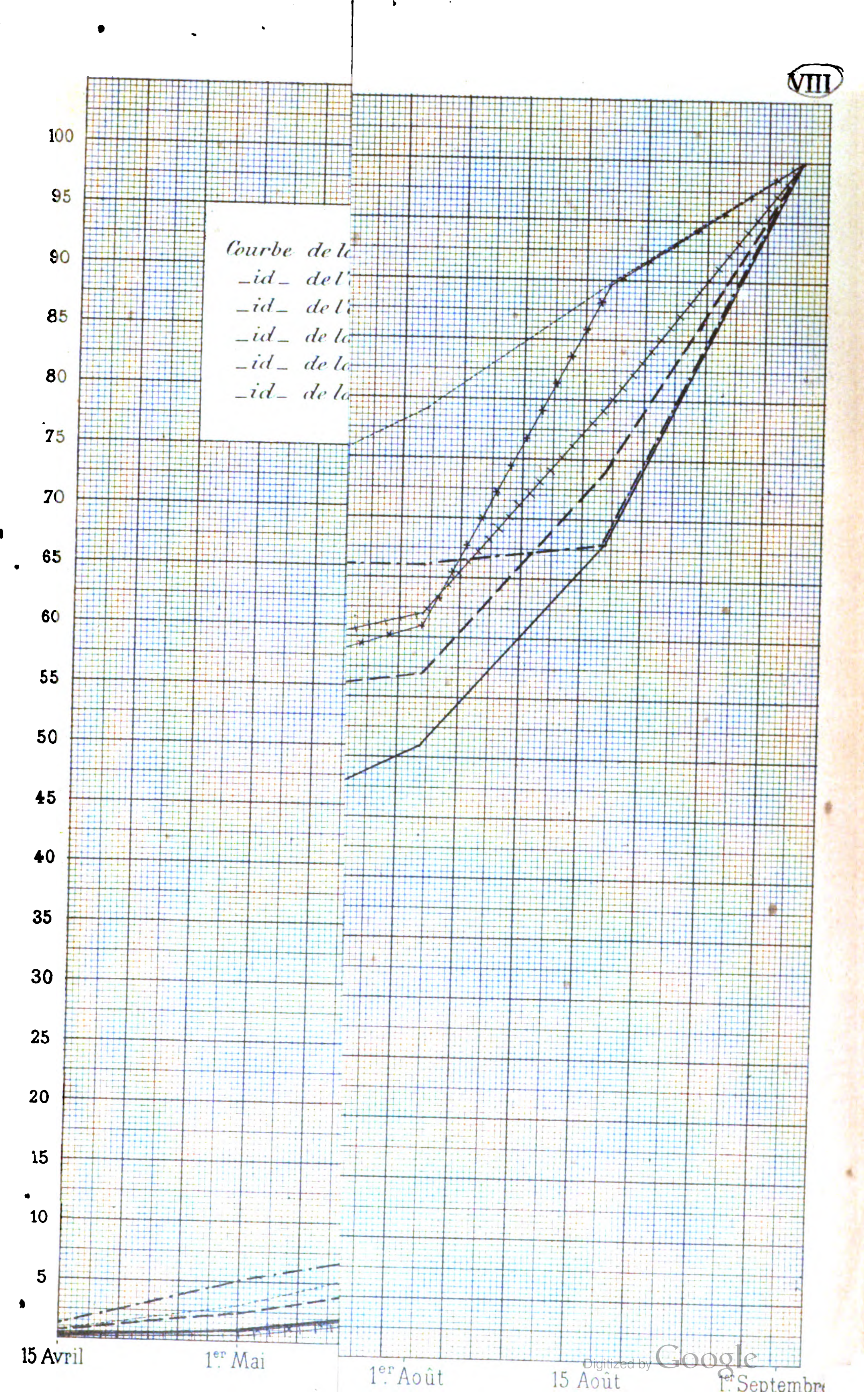
IER.
IV
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
15 Avril
15 Juillet
1er Août
15 Août


V
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
15 Avril
15 Juillet
1er Août
15 Août
1er Septembre



S.
VI
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
15 Avril
15 Juillet
1er Août
15 Août


VII
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
Courbe de la
_id_ de l'a
_id_ de l'a
_id_ de la
_id_ de la
_id_ de la
15 Avril
1er Mai
1er Août
15 Août
1er Sept



VIII
Courbe de la
_id_ de l'
_id_ de l'
_id_ de la
_id_ de la
_id_ de la
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
15 Avril
1er Mai
1er Août
15 Août
1er Septembre

